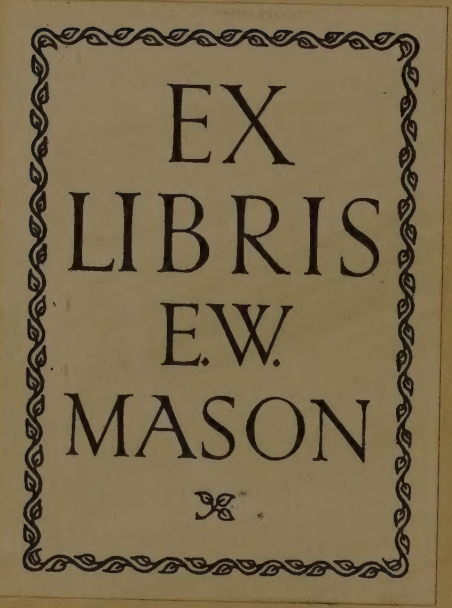
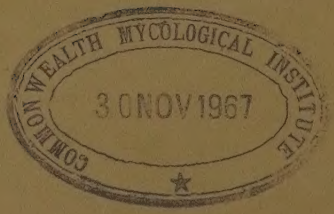

EX
LIBRIS
E.W.
MASON


COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
30 NOV 1967

OOKS

CAB INTERNATIONAL
MYCOLOGICAL INSTITUTE
LIBRARY

IMI \ Books / REI ✓

UNTERSUCHUNGEN

AUS DEM

BOTANISCHEN LABORATORIUM

DER

UNIVERSITÄT GÖTTINGEN.

HERAUSGEGEBEN VON

DR. J. REINKE,

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT GÖTTINGEN.

ERSTES HEFT.

DIE ZERSETZUNG DER KARTOFFEL DURCH PILZE.

VON

J. REINKE UND G. BERTHOLD.

MIT NEUN LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

BERLIN 1879.

VERLAG VON WIEGANDT, HEMPEL & PAREY.

(PAUL PAREY.)

DIE

ZERSETZUNG DER KARTOFFEL

DURCH PILZE.

VON

J. REINKE UND G. BERTHOLD.

MIT NEUN LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

BERLIN 1879.

VERLAG VON WIEGANDT, HEMPEL & PAREY.

(PAUL PAREY.)

Inhalt des ersten Heftes.

Erster Abschnitt. Die Nafs- und Trockenfäule der Kartoffelknollen 7

Zweiter Abschnitt. Entwickelungsgefchichte der wichtigeren, an der Zerfetzung der Kartoffelknollen betheiligten Fadenpilze 26

I. *Hypomyces Solani* 26

II. *Nectria Solani* 39

III. *Chaetomium bostrychodes* und *crispatum*. 46

IV. *Stysanus Stemonitis* und *St. capitatus* 51

V. *Pistillaria pusilla* nebft einigen allgemeinen Bemerkungen über die *Bafidiomyceten* 58

VI. *Verticillium cinnabarinum* 63

Dritter Abschnitt. Die Kräufelkrankheit der Kartoffel 67

Erklärung der Abbildungen 97

Vorwort.

Mit dem vorliegenden Hefte ſoll keineswegs eine neue periodiſche Zeitſchrift beginnen. Daſſelbe bildet eine ſelbſtändige Monographie, deren äuſserer Titel nur andeutet, daſs die Herausgabe einer Serie botaniſcher Unterſuchungen von ähnlichem Umfange wie die vorliegende angeſtrebt wird, und daſs nur im hieſigen botaniſchen Laboratorium entſtandene Arbeiten in dieſem Verbande Aufnahme finden werden.

In Bezug auf den Inhalt dieſes erſten Heftes ſei noch bemerkt, daſs uns während der Ausarbeitung deſſelben das Bulletin de la société botanique de France 1877 nicht zugänglich war, und daſs ich erſt durch den ſoeben erſchienenen Jahresbericht für 1877 auf die darin enthaltene Arbeit VAN TIEGHEM'S über Bacillus Amylobacter aufmerkſam gemacht worden bin. Ob der Bacillus der faulenden Kartoffeln mit dieſem B. Amylobacter identiſch iſt, bedarf daher noch beſonderer Prüfung, erſcheint mir aber nach den Angaben VAN TIEGHEM'S kaum zweifelhaft.

Göttingen, im Mai 1879.

Reinke.

ERSTER ABSCHNITT.

Die Nass- und Trockenfäule der Kartoffelknollen.

Unter den Zerſetzungsproceſſen, deren Beute unſere Feldfrüchte ſo häufig werden, haben die Zerſtörungen der Organiſation der Kartoffelpflanze und ihrer Theile ſtets ein beſonderes Intereſſe auf ſich gezogen, einmal wegen ihres rapiden Verlaufes und ihrer epidemiſchen Ausbreitung, beſonders aber weil die Kartoffel ſchon als Rohproduct in die Haushaltungen, und zwar die gröſsten wie die kleinſten, hineinwandert. Aus den Erfahrungen im eigenen Hauſe iſt aber Jedem bekannt, daſs beſonders in Jahren, wo die ſogenannte Kartoffelkrankheit herrſcht, im Keller oft noch ein beträchtlicher Procentſatz der anſcheinend geſund eingebrachten Knollen durch Fäulniſs zu Grunde geht. Auf gröſseren Oeconomien hat man ſich häufig genug veranlaſst geſehen, ſolche in Verweſung übergegangene Kartoffeln centnerweiſe auf die Dungplätze zu ſchaffen.

Wenn wir die in der Geſtalt von verdorbenen Kartoffeln jährlich weggeworfene Menge organiſcher Subſtanz — der Einfachheit wegen ſoll nur das Stärkemehl berückſichtigt werden — als Rente des Kartoffeln bauenden Areals der Erdoberfläche würden berechnen können und den abſoluten Werth dieſer Rente feſtſtellen, ſo würden wir ſicher eine Ziffer von bedeutender Höhe erhalten, einer Höhe, die es dem Landwirth wie dem Botaniker als lohnende Aufgabe muſs erſcheinen laſſen, zu unterſuchen, ob und wie man die Ziffer dieſer negativen Rente herabdrücken könne.

Wir haben daher zu fragen, ob wir im Stande ſind, die Urſachen der Fäulniſs der Kartoffelknollen zu verhindern oder zu hemmen, und ob man wirklich Veranlaſſung hat, die als verdorben angeſehenen Kartoffeln einfach wegzuwerfen, oder ob ſich nicht ein Theil der in denſelben gegebenen organiſchen Subſtanz retten und z. B. für techniſche Zwecke verwerthen läſst.

Die hier in ihren Umriſſen angedeutete Aufgabe gliedert ſich in eine rein wiſſenſchaftlich-botaniſche und eine practiſch-öconomiſche Unterſuchung, von denen nur die *botaniſche* in Angriff genommen wurde; die Reſultate dieſer Unterſuchung gelangen auf den folgenden Blättern zur Mittheilung.

Die Frage nach der Fäulniſs der Kartoffelknollen fällt zuſammen mit der Frage der ſogenannten Kartoffelkrankheiten und kann demnach als theilweiſe bereits gelöſt angeſehen werden. Immerhin ſind aber die in der ſeitherigen Literatur gegebenen Darſtellungen nicht ausreichend, um ein völlig umfaſſendes Geſammtbild der in Rede ſtehenden Erſcheinungen daraus entwickeln zu können; die von uns gewonnenen Beobachtungen mögen dazu dienen, um einige der noch vorhandenen Lücken ausfüllen zu helfen.

Unter der Kartoffelkrankheit par excellence verſteht man jene verheerende Epidemie, welche in dem raſchen ſich Schwärzen und Verdorren des Krautes ſichtbar wird, um von dort auf die Stengeltheile und die Knollen ſich fortzuſetzen. Durch SPEERSCHNEIDER*) iſt der Beweis geliefert worden, daſs die Erkrankung nicht nur des Krautes, ſondern auch der Knollen durch einen und denſelben paraſitiſchen Pilz, durch die Phytophthora infestans, herbeigeführt wird, was ſeither allgemeine Beſtätigung erfahren hat.

Die Infection der Kartoffelknolle durch dieſen Pilz findet in der Weiſe ſtatt, daſs das Mycelium deſſelben in den Intercellularräumen der Knolle vordringend, einen gleichſam vergiftenden Einfluſs auf die Lebensthätigkeiten der Zellen ausübt. Dabei kann das Gewebe einer

*) Bot. Zeit. 1857. Nr. 8.

Kartoffel noch völlig frisch und gesund erscheinen und doch bereits vollständig von Pilzen durchwachsen sein. Die Untersuchungen DE BARY's *) haben gelehrt, dass wenn man die frisch erscheinende Schnittfläche einer solchen Kartoffel im feuchten Raume cultivirt, dieselbe sich nach kurzer Zeit bedeckt mit den hervorsprossenden Conidienträgern des gefürchteten Pilzes.

Das von Phytophthora inficirte Gewebe verfällt dann einer raschen Desorganisation, die durch Bräunung der Zellen sich auf der Schnittfläche zu erkennen giebt. In der Regel treten gleichzeitig auf der Oberfläche der Kartoffel eine Anzahl anderer Pilze auf, denen die Vollendung des Zerstörungswerkes zufällt, indem die Phytophthora als ächter Parasit in dem bereits abgestorbenen Gewebe wieder verschwindet.

Während man ehemals diese secundär erscheinenden Pilze, als deren wichtigste Repräsentanten hier zunächst nur die von den früheren Botanikern als Fusisporium und Spicaria Solani bezeichneten Arten erwähnt sein mögen, für die *ursprünglichen* Zerstörer der Kartoffelknolle hielt, ist diese Ansicht durch DE BARY bereits endgültig widerlegt worden. Derselbe hat gezeigt,**) dass Fusisporium und Spicaria niemals von Aussen her oder auch von Wundflächen in das Innere *gesunder* Kartoffelknollen einzudringen vermögen, sondern dass dem Mycelium dieser Pilze nur dann die Durchbohrung des Kartoffelgewebes gelingt, wenn das letztere zuvor durch Phytophthora lebens- und daher widerstands-unfähig gemacht worden war. Nach dieser Ermittelung, welche wir aus eigenen, zahlreichen Versuchen bestätigen können, sind Spicaria, Fusisporium und andere sogleich zu erwähnende Pilze nur *Saprophyten*, denen durch die *parasitische* Phytophthora vorgearbeitet, der Boden bereitet werden muss. Das constante Auftreten dieser Pilze auf kranken Kartoffeln erklärt sich leicht aus der allgemeinen Verbreitung ihrer Conidien an der Erdoberfläche und dadurch auf den Schalen auch der gesunden Kartoffeln.

*) Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit. Leipzig. 1861.

**) a. a. O. S. 43 ff.

Immerhin ist es aber von Wichtigkeit, die auf die Phytophthora-Infection folgenden und neben derselben herlaufenden Zersetzungs-Erscheinungen der Kartoffelknolle genauer ins Auge zu fassen.

Schon im Sprachgebrauche des practischen Lebens werden zwei Haupttypen der Zersetzungs-Erscheinungen an Kartoffelknollen unterschieden, die *Nafsfäule* und die *Trockenfäule*. Nafsfaul nennt man eine Kartoffel, wenn das gesammte von den Kartoffeln eingeschlossene Gewebe sich mehr oder weniger verflüssigt, in einen jauchigen, dabei sehr streng und characteristisch riechenden Brei sich auflöst, während an der Oberfläche der Kartoffel meistens Rasen von Schimmelpilzen hervorbrechen, die aber auch fehlen können. Trockenfaul heifst dagegen die in Verwesung begriffene Kartoffel, wenn ihr Gewebe in eine lockere, schwammige, sich trocken anfühlende und auf dem Durchschnitt marmorirt erscheinende Masse sich umwandelt; die trockenfaule Kartoffel bedeckt sich früher oder später immer mit Rasen von Schimmelpilzen.

Die Pilze, welche man auf der Oberfläche trocken- wie nafsfauler Kartoffeln findet, sind im Allgemeinen die gleichen Arten. Auf jeden Fall ist sicher, dafs die beiden verschiedenen Typen der Zersetzung nicht etwa durch zwei verschiedene Kategorien von Schimmelpilzen hervorgerufen werden. Verwesende Kartoffeln dienen sehr zahlreichen Pilzen als Unterlage, als Ernährungs-Magazin, ein Theil dieser Pilze gehört zu den allverbreiteten Arten, die auf jeder der Luft ausgesetzten organischen Substanz sich auszusiedeln pflegen, andere, wie die bereits oben namhaft gemachten Formen, sind für faulende Kartoffeln charakteristisch. Einigen dieser Pilze fällt ganz vorzugsweise die Arbeit zu, das durch Phytophthora abgetödtete Kartoffelgewebe zu zerstören, während das Mycelium anderer nur auf der Oberfläche der Knollen umherkriecht, denselben verhältnissmässig wenig Substanz entziehend.

Es soll nicht der Versuch gemacht werden, ein vollständiges Verzeichnifs der häufig oder gelegentlich auf Kartoffeln vorkommenden Pilze zu liefern. Eine solche Liste würde voraussichtlich doch lückenhaft ausfallen, indem sicherlich noch andere saprophytische Pilze als die bereits beobachteten, auch einmal auf Kartoffeln würden wachsen

können. Nur die während dieſer Unterſuchung in Göttingen häufig auf Kartoffeln gefundenen Arten mögen hier eine Erwähnung finden, und ſei bemerkt, daſs die eigentliche Zerſtörung der Gewebe der Kartoffel von den mit Cursiv-Lettern gedruckten Arten beſorgt wird, welche auch ſpontan faſt nur auf verweſenden Kartoffeln gefunden werden.

Auf trockenfaulen, theilweiſe auch auf naſsfaulen Kartoffeln wurden folgende Pilze beobachtet:

Hypomyces (Fusisporium) *Solani*, *Nectria* (Spicaria), *Solani**) *Verticillium cinnabarinum*, *Chaetominum crispatum* und *bostrychodes*, Stysanus Stemonitis und capitatus, Cephalosporium sp. indef., Botrytis cinerea, Penicillium glaucum, Eurotium herbariorum, mehre Aspergillus Arten, Torula sp., Arthrobotrys oligorpora, Chaetostroma sp.-Rhopalomyces elegans, Haplotrichum sp., Pleospora herbarum, Verticillium atro-album.

Auf naſsfaulen Kartoffeln fanden ſich auſser verſchiedenen der ſoeben erwähnten Schimmelpilze, insbeſondere der curſiv gedruckten, noch verſchiedene, unten zu erwähnende Bacterien, an Myxomyceten: Dictyostel ium mucoroides, ein Didymium, eine Licea, an Thieren: Milben (Acarus Solani), Nematoden, Arthropoden-Larven und verſchiedene Protozoen.

Was nun zunächst die Symptome anlangt, unter welchen die ſogenannte *Trockenfäule* der Kartoffeln ſich darſtellt, ſo ward das weit entwickelte Stadium dieſer Zerſetzung bereits oben kurz charakteriſirt. Die Kartoffel iſt äuſserlich trocken anzufühlen, auf ihrer Schale finden ſich kleine weiſsliche Puſteln von Pilz-Conidienträgern, in der Regel von Nectria und Hypomyces Solani, oder auch die mehr ausgebreiteten ziegelrothen Raſen des Verticillium cinnabarinum; ſelten nur trifft man hier Fruchtkörper eines Chaetomium**).

---

*) Ueber die Nomenclatur dieſer beiden Pilze vergleiche den zweiten Abſchnitt dieſer Unterſuchungen.

**) Die weniger charakteriſtiſchen Pilzformen ſind bei dieſer Darſtellung auſser Acht gelaſſen worden.

Die hochgradig trockenfaule Knolle ift *leichter* als eine gefunde Kartoffel. Im Innern der Korkfchale findet man entweder eine gelblich-weifse, zerreibliche, pulverifirbare, oder eine flockige, zunderartige Subftanz an Stelle des normalen Gewebes; beide Zerfetzungsformen können auf dem Durchfchnitt einer Knolle mit einander wechfeln, diefelbe erhält dann ein weifslich-gelblich-röthlich-bräunlich marmorirtes Ausfehen.

Die zu Pulver zerreibbaren Theile einer trockenfaulen Kartoffel beftehen oft aus reinem Stärkemehl, hier und da mit Reften von Zellhäuten und Pilzfäden gemifcht. In den braunen zunderartigen Parthien findet man das Zellgewebe der Kartoffel in feinem Zufammenhange erhalten, aber vielfach die Zellwände, oft auch die Stärkekörner von Pilzfäden durchbohrt.*) Die hellröthlich, flockig erfcheinenden Stellen einer folchen Kartoffel beftehen oft nur aus dicht verflochtenen Pilzfäden, zwifchen denen man noch fporadifch einige corrodirte Stärkekörner, aber keine Zellwände mehr findet.

Unterfucht man erft theilweife trockenfaul gewordene Kartoffeln, fo findet man in den jüngeren Stadien der Zerfetzung das zwar gebräunte und von Pilzfäden durchwachfene, aber fonft noch wenig veränderte Gewebe der Kartoffel. Die trockenfaulen Stellen können fich dann allmählig über die ganze Kartoffel ausbreiten; in einigen, aber verhältnifsmäfsig wenigen Fällen fand fich, daft das noch gefunde Gewebe gegen eine trockenfaule Beule eine Korkfchicht erzeugt hatte, welche dem Vordringen der Zerfetzung Einhalt gethan zu haben fchien. Die Abgrenzung trockenfauler Theile gegen das übrige Gewebe durch eine Korkfchicht ift fchon von SCHACHT**) befchrieben und abgebildet worden.

---

*) Bei Objectträgerculturen gelang es nur an den Hyphen der Chaetomium-Arten das Hineinwachfen in Stärkekörner zu beobachten. In den Kartoffelknollen fcheinen aber auch die Mycelien von Hypomyces und Nectria die Stärkekörner zu durchbohren, wenigftens wurden durchbohrte Stärkekörner auch in faulen Kartoffeln beobachtet, auf deren Oberfläche niemals Chaetomium = Fruchtkörper erfchienen.

**) Bericht über die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten. 1854. Taf. VIII. Fig. 11.

Die Trockenfäule entſteht nur ſelten, ohne daſs naſſe Fäule der betreffenden Knolle vorausgegangen wäre. Die Symptome der Trockenfäule zeigen ſich nämlich an Kartoffeln, die an trocknen und luftigen Orten aufbewahrt werden, von denen aber angenommen werden darf, daſs ſie früher einmal naſs gelegen haben. Findet man Kartoffeln, die anſcheinend geſund vom Felde kommen, an ihrem Aufbewahrungsorte trockenfaul werden, ſo müſſen wir annehmen, daſs dieſe Knollen doch bereits durch Phytophthora widerſtands-unfähig gegen ſaprophytiſche Pilze gemacht worden waren. Denn ebensowenig wie DE BARY iſt es uns gelungen, Knollen von wirklich geſunden Stauden mit Hypomyces, Nectria, Verticillium und Chaetomium zu inficiren oder gar trockenfaul zu machen; wenn die Sporen dieſer Pilze auf feucht gehaltenen Schnittflächen auch zur Keimung gelangten, ſo beſchränkte das ſpärlich entwickelte Mycelium ſich doch auf die äuſserſten Zellenſchichten, in den dicht darunter gelegenen Schichten bildete sich durch Theilung parallel der Schnittfläche eine Korkplatte aus, welche ein völlig wirkſames Schutzmittel für die inneren Theile der Kartoffelknolle gegen dieſe Pilze darſtellt. Eine durch Phytophthora aber, man möchte ſagen vergiftete Knolle ſcheint über ſolches Schutzmittel, der Bildung einer Korkplatte gegen die Wundflächen, nicht mehr zu verfügen, ſie fällt daher den ſaprophytiſchen Schimmelpilzen zur Beute.

Wird eine trockenfaule Kartoffel in Näſſe gelegt, ſo kann man den naſsfaulen Zuſtand dadurch erzeugen.

Von viel gröſserer Verbreitung und darum auch Wichtigkeit iſt die als *Naſsfäule* bekannte Zerſetzung der Kartoffeln. Naſsfaule Kartoffeln findet man häufig im Herbſte auf Aeckern nach mehrtägigem Regen, vielfach werden ſie auch in feuchten Kellern angetroffen, naſſe oder doch ſehr feuchte Aufbewahrung dient weſentlich zur Beförderung dieſer Zerſetzungsform. Uebrigens kommen naſsfaule Individuen auch an ganz trocknen Aufbewahrungsorten vor, es iſt dann aber die Korkſchale unverletzt, ſo daſs eine ſtärkere Verdunſtung immerhin ausgeſchloſſen erſcheint.

Die Naſsfäule der Kartoffel unterſcheidet ſich von der Trockenfäule

dadurch, dafs das Innere der Knolle ganz oder theilweife in eine breiartige oder jauchige, höchft übelriechende Maffe übergeht. Auf der Oberfläche nafsfauler Kartoffeln findet man häufig Rafen der Conidienträger von Hypomyces und Nectria Solani, feltener von Verticillium cinnabarinum oder Fruchtkörper von Chaetomium; es giebt aber auch nafsfaule Kartoffeln, welche keine Spur diefer Pyrenomyceten aufweifen.

Dafs diefe Pyrenomyceten auch bei der naffen Fäule der Kartoffel nicht primäre Urfache, fondern nur fecundär in Ausnutzung der fich ihnen darbietenden günftigen Vegetationsbedingungen auftreten und an der Zerftörung der Kartoffel Theil nehmen, läfst fich von vorne herein als wahrfcheinlich annehmen. Aber auch Culturen diefer Pilze auf nafs gehaltenen, fonft jedoch durchaus gefunden Knollen haben eine directe Beftätigung dafür geliefert, indem auch in diefem Falle die Knollen ihre Wundflächen durch ausgefchiedene Korkplatten vollftändig zu fchützen vermochten.

Auch die Nafsfäule der Kartoffeln kann durch vorhergegangene Infection des Gewebes mit Phytophthora infestans bedingt oder begünftigt worden fein. Dafs aber in der Phytophthora nicht immer die primäre Urfache der Nafsfäule gegeben ift, wird fchon durch den Umftand bewiefen, dafs eine Knolle nafsfaul werden kann, ohne jemals Phytophthora-krank gewefen zu fein. Wir werden deswegen nach einer anderen Urfache der Nafsfäule zu fuchen haben.

Schon oben wurde erwähnt, dafs aufser den gelegentlich auf nafsfaulen Kartoffeln gefundenen Myxomyceten auch Bacterien fich zeigen. In der That find diefe Bacterien conftante Begleiter der Nafsfäule, und hieraus ergiebt fich ein Fingerzeig für die wahre Urfache diefer Zerfetzungsform.

Wenn eine durch Phytophthora inficirte Kartoffelknolle in Näffe liegt, fo geht fie rafch in den nafsfaulen Zuftand über; fobald aber die erften Symptome der Nafsfäule fich zeigen, finden fich Bacterien in Menge im nafsfaulen Gewebe. Hiernach könnte man noch denken, dafs die Phytophthora die nafsfaule Zerfetzung verurfache, obgleich freilich durch fie in einer trocken aufbewahrten Kartoffel keine Nafs-

fäule erregt wird, und daſs die Bacterien nur ſecundär die Zerſetzung beſchleunigen. Allein wenn man mit der bacterienhaltigen Flüſſigkeit aus einer naſsfaulen Kartoffel eine völlig geſunde, und ſpeciell Phytophthora-freie Knolle impft, ſo gelingt immer eine locale Erzeugung von Naſsfäule in der feucht gehaltenen Knolle, nicht ſelten wird dieſelbe in kürzeſter Friſt total naſsfaul. Nur in den Bacterien und den von ihnen gebildeten Fermenten kann deshalb die Urſache der Naſsfäule enthalten ſein, durch die Phytophthora wird nur das Gewebe einer Kartoffelknolle beſonders günſtig für die Wirkung der Bacterien prädisponirt.

Es iſt nothwendig, dieſe allgemein gehaltene Sätze durch einige ſpeciellere Ausführungen zu erläutern.

Die Bacterien verlangen für ihre Entwickelung die Gegenwart von Näſſe. Wenn man eine bereits naſsfaule Kartoffel in einen trocknen, luftigen Raum bringt, ſo geht der naſsfaule Zuſtand faſt immer ſchnell in den trockenfaulen über. Die Mehrzahl der trockenfaulen Kartoffeln dürfte auf dieſe Weiſe aus partiell naſsfaulen entſtanden ſein.

Die Naſsfäule zeigt ſich in zwei Varietäten, je nachdem die oben erwähnten Pyrenomyceten in der naſsfaulen Knolle wuchern, insbeſondere Hypomyces Solani, oder nicht; der letztere Fall iſt der ſeltnere, die naſsfaule Zerſetzung hat dann aber meiſt einen rapideren Verlauf.

Die Zerſetzung des Gewebes der Kartoffel bei der Naſsfäule iſt ſchon von SCHACHT*) im Allgemeinen richtig gekennzeichnet worden.

Die Fäule beginnt immer in kleinen, oft nur mikroſkopiſchen Wundſtellen, um von hier im Gewebe ſich zu verbreiten. Zuerſt ſieht man die Zellen wie bei Maceration in verdünnter Kalilauge von einander ſich trennen, ihre Zwiſchenräume ſind mit einer wäſſrigen, an Bacterien reichen Flüſſigkeit angefüllt; ſchon hierdurch wandelt ſich das feſte Parenchym in eine breiartige Maſſe. Bald werden dann aber auch — unzweifelhaft unter dem Einfluſſe eines von den Bacterien

*) a. a. O. S. 20 ff.

ausgeſonderten Fermentes — einzelne Theile der Zellwand gelöſt, man ſieht die Bacterien im Innern der Zellen; ſind gleichzeitig Fadenpilze vorhanden, ſo haben ihnen dieſe wohl theilweiſe den Weg dahinein gebahnt. In kurzer Friſt werden die Wände der Parenchymzellen nach vorhergegangener, ſtarker Aufquellung vollſtändig reſorbirt und die anſcheinend noch wohl erhaltenen Stärkekörner ſchwimmen dann frei in der dicht von Bacterien erfüllten Flüſſigkeit, die aufserdem Fadenpilze beherbergen kann oder auch frei davon iſt. Nunmehr iſt der ganze Raum innerhalb des Kartoffelperidermas von einer weiſslich- bis ochergelben Jauche erfüllt, von einem höchſt penetranten und widerwärtigen Geruch, welcher ſich aus dem Geruch der Butterſäure mit einem anderen ſtrengen Geruche zu miſchen ſcheint. Unter dem Mikroſkope ſieht man die Jauche von Stärkekörnern erfüllt, welche von allen Theilen der Kartoffel gegen die Einwirkung der Bacterien ſich am reſiſtenteſten erweiſen.

Wenn in dieſem Stadium die Knolle raſch ausgetrocknet wird, ſo verſchwindet die wäſſerige Flüſſigkeit mit den Bacterien, und das Stärkemehl erfüllt den gröſseren Raum innerhalb der Kartoffelſchale als eine weiſsliche, zerreibliche Maſſe, der übrige Raum iſt leer.

Bei weiterem Fortſchreiten der Zerſetzung werden auch die Stärkekörner angegriffen. Zunächſt ſieht man Bacterien ihrer Oberfläche adhäriren, dann bemerkt man zuerſt auf der Mitte der flachen Körner Corroſionen und Riſſe, (Taf. VII, Fig. 8,) ſpäter zeigen ſich ſolche Riſſe und Spalten auch am Rande des Stärkekorns, von wo aus ſie ſchlieſslich radial bis zur Mitte vordringen (Fig. 9 a, b, c.) So wird allmählig auch die Subſtanz der Stärkekörner in Löſung gebracht; das Ausſehen der corrodirten Körner entſpricht dabei dem Ausſehen der im Organismus phanerogamer Gewächſe ſich löſenden Stärkekörner.

Die Auflöſung der Stärker in der naſsfaulen Kartoffel kann nur erfolgen durch ein in dem ſie umgebenden Medium vorhandenes Ferment, und dies Ferment muſs von den Bacterien geliefert werden. Denn hat man durch Austrocknen die Bacterien zum Verſchwinden gebracht, ſo hört auch die charakteriſtiſche Corroſion der Stärkekörner auf, nur von

Fadenpilzen werden dieſelben dann angebohrt, deren fortwachſende Spitzen ein ähnliches Ferment ausſondern müſſen.

Es ſind in den habituellen Symptomen der Naſsfäule die verſchiedenſten Combinationen und Abſtufungen bemerkbar, je nachdem auſser den Bacterien auch Fadenpilze vorhanden ſind oder nicht, und je nach der relativen Menge dieſer Pilze. Die Rapidität des Verlaufs der Zerſetzung richtet ſich danach, ob die einzelnen Kartoffel-Individuen widerſtands-fähiger ſind oder nicht, und ob ſie mehr oder weniger naſs liegen.

Schon durch SCHACHT*) iſt conſtatirt worden, daſs, während die trockene Fäule nicht anſteckend auf geſunde Kartoffeln zu wirken vermag, durch naſsfaule Kartoffelmaſſe, insbeſondere durch die aus einer naſsfaulen Knolle austretende Flüſſigkeit geſunde Kartoffeln ſehr leicht naſsfaul gemacht werden können.

Die eignen Beobachtungen über die Anſteckungsfähigkeit der Naſsfäule haben folgendes gelehrt.

Es wurde nach und nach eine gröſsere Zahl von geſunden Kartoffeln mit der aus einer hochgradig naſsfaulen Kartoffel hervortretenden, an Bacterien reichen Flüſſigkeit geimpft. Die Impfung ward in der Weiſe vollzogen, daſs aus der geſunden Knolle mit ſcharfem Meſſer ein dreiſeitig-pyramidales Stück herausgeſchnitten wurde. In die ſo hergeſtellte, 10 bis 15 *mm* tiefe Wunde wurde ein Tropfen der bacterienhaltigen Flüſſigkeit gebracht, ſchnell die Pyramide wieder hineingeſchoben und feſt eingedrückt. Ein Theil der ſo geimpften Kartoffeln ward dann mit der verſchloſſenen Wunde nach oben frei hingelegt, andere mit der Wunde auf naſſes Flieſspapier gedrückt unter eine Glasglocke mit Waſſer geſättigter Athmoſphäre. Die Wundflächen der frei hingelegten Kartoffeln waren nach Verlauf von Tagen und Wochen faſt immer trocken geworden, das pyramidale Stück eingeſchrumpft, die Knolle hatte auf der Wundfläche eine Korklage gebildet, zur Erzeugung von Naſsfäule war es nicht gekommen. Von

*) a. a. O. S. 22.

den Knollen dagegen, deren Wundflächen vor Austrocknung geschützt worden waren, sind immer einzelne vollständig durch das ganze Innere hindurch nafsfaul geworden, und zwar manchmal in 2 bis 3 Tagen. Bei der Mehrzahl dieser Knollen war aber die durch die Impfung sogleich erzeugte Nafsfäule auf die nächste Umgebung der Wunde beschränkt geblieben. Die herausgeschnittene Pyramide war ganz weggefault bis auf das Periderma, und das unmittelbar daran grenzende Kartoffelgewebe hatte sich ebenfalls in einen gelblichen Brei aufgelöst. Ein durch die Fäulnifsbeule geführter Längsschnitt lehrte nun, dafs dieselbe durch eine in einem wechselnden Abstande von der Wundfläche verlaufende, vom gesunden Gewebe der Kartoffel abgeschiedene, dicke Korkschicht vollständig abgegrenzt war; diese Korkschicht bildete ein absolutes Hindernifs gegen das weitere Vordringen der Zersetzung in die übrigen Theile der Knolle (Taf. VII, Fig. 7).

Auch die äufsere Korkschale bildet eine vollkommen sichere Schutzwehr gegen die Infection einer Kartoffelknolle durch Nafsfäule-Bacterien, wenn dieselbe nirgends von kleinen Verletzungen durchbrochen ist. Wir haben eine gesunde Kartoffel monatelang mit ihrer unteren Seite in nafsfauler, wäfsriger Jauche, die, in Wunden geimpft, sogleich Nafsfäule erzeugte, liegen lafsen, ohne dafs dieselbe inficirt worden wäre.

Es ist schon oben erwähnt worden, dafs verschiedene Kartoffel-Individuen eine verschieden grofse Widerstandsfähigkeit gegen die Infection durch Nafsfäule-Bacterien zeigten. Es kann diese Differenz darauf beruhen, dafs die eine Knolle Phytophthora-krank war, eine andere nicht. War eine Knolle schon vom Mycelium der Phytophthora durchsetzt, so beobachteten wir mehrfach, dafs solche Knollen, selbst wenn sie ganz trocken an der Luft lagen, in kurzer Zeit durch und durch nafsfaul wurden und keine Korkplatte gegen das Vordringen der Bacterien zu erzeugen vermochten. Diese Kartoffeln sind also durch die Phytophthora den Bacterien gegenüber ebenso ungünstig prädisponirt, wie gegen Verticillium, Hypomyces und Nectria Solani. Wahrscheinlich haben wir uns diese Erscheinung so zu erklären, dafs jede in der Entstehung begriffene, gegen die Phytophthora ge-

richtete Korkſchicht von dieſer ſogleich durchbrochen wird, weil nach den darüber vorliegenden Erfahrungen auch ganz dicke Peridermen der Kartoffel von den Fäden der Phytophthora durchbohrt werden können*), daſs aber von Phytophthora berührte Zellen die Theilungsfähigkeit eingebüſst haben.

Differenzen im Widerſtands-Vermögen gegen die Infection zeigen ſich aber auch zwiſchen verſchiedenen Knollen, welche vollkommen frei von Phytophthora ſind. Wir haben beobachtet, daſs ſolche Knollen, die in einer Wunde geimpft und unter eine Glasglocke gelegt waren, binnen zwei Tagen ſich vollſtändig in eine jauchige Maſſe umgewandelt hatten, während andere die Bacterien nur auf kurze Strecke in das Parenchym eindringen lieſsen, und dann die naſsfaule Stelle durch eine Korkplatte aus ihrem Organismus auszuſcheiden wuſsten.

Es zeigten im Allgemeinen die im Herbſte gut und vollkommen ausgereiften Kartoffeln, die ſich auch im Maximum des Stärkegehalts befanden, ſich am widerſtandsfähigſten gegen die Infection. Die letztere gelang am leichteſten bei ſolchen Knollen, welche noch nicht völlig ausgewachſen waren, deren Gewebe noch relativ viel Waſſer enthielt und noch nicht das Maximum des Stärke-Gehalts erreicht hatte. Aber auch 2 Jahre alte Knollen zeigten ſich wieder empfänglicher gegen die Infection.

Jedenfalls müſſen zwei Momente zuſammentreffen, ein äuſseres und ein inneres, damit die Naſsfäule in einer Kartoffel ihren rapiden Verlauf gewinne, welcher bereits in wenig Tagen zur vollſtändigen Auflöſung führt; erſtens inficirende Bacterien mit ihren Fermenten, und zweitens Dispoſition des Kartoffel-Individuums. Wo ſich in letzterer Hinſicht zwiſchen verſchiedenen, ausgereiften Kartoffeln Unterſchiede zeigen, da ſind dieſelben theilweiſe vielleicht in der Race begründet; es wäre denkbar, daſs die waſſerreicheren, ſtärkeärmeren Sorten leichter der Zerſetzung

*) Vgl den von Pringsheim erſtatteten Bericht über Kartoffelkrankheit in Landw. Jahrb. 1876. S. 1131 ff.

zur Beute fallen. Doch mufs diefe Frage durch fpeziell darauf gerichtete, ausgedehnte Verfuchsreihen entfchieden werden.

Darüber, dafs der vermehrungsfähige Anfteckungsftoff der Nafsfäule wirklich in den Bacterien gegeben ift, und nicht etwa in einem von den Bacterien unabhängigen zerfetzten Safte der faulenden Kartoffel, darüber dürfte wohl kaum ein Bedenken entftehen. Eine wefentliche Unterftützung erfährt diefe Deutung auch durch den Umftand, dafs die Nafsfäule fpontan im naffen Erdreich entfteht, wo die Infection durch keine putride Kartoffelmaffe, fondern nur durch Bacterien herbeigeführt worden fein konnte.

Es erübrigt nunmehr noch, zu unterfuchen, durch welche Formen von Bacterien die Nafsfäule der Kartoffeln hervorgerufen wird.

Die am häufigften auftretende Form ift ein Bacillus, der fich mikrofkopifch von dem Bacillus subtilis von COHN nicht unterfcheiden läfst (Taf. VII, Fig. 11), wenigftens ftimmt Form und Dimenfion überein. Auch ift nach COHN Bacillus subtilis Erreger von Buttersäure-Gährung, was mit dem charakteriftifchen Geruche nafsfauler Kartoffeln vereinbar ift.

Im Innern nafsfauler Gewebe findet man den Bacillus in Form von kurzen Stäbchen, bald ruhend, bald im Zuftande lebhafter Bewegung; dazwifchen findet fich meiftens in Menge ein Mikrococcus-Zuftand, der wohl mit dem Bacillus zufammenhängt. Die Bacillusfäden vermehren fich fehr lebhaft durch Theilung.

An der Oberfläche von feucht liegenden Kartoffeln, wo ungünftige Bedingungen der Ernährung gegeben waren, fand fich der Bacillus gelegentlich in einer wefentlich abweichenden Form (Taf. VII, Fig. 12 ab). Die Stäbchen bleiben kurz und jedes einzelne fcheidet eine breite Gallerthülle um fich aus, fo dafs gröfsere, durch Gallerte zufammengehaltene Colonien entftehen. (Fig. 12 b). Die einzelnen Individuen theilen fich dann innerhalb ihrer Gallerthülle oft in ganz kurze, zuletzt ifodiametrifche Stücke, die zufammen eine kleine Familie bilden, wobei das einzelne Stück zu einem neuen Stäbchen fich ergänzt, meift unter Aenderung der Wachthumsaxe (Fig. 12a).

Es ift anzunehmen, dafs wir hierin einen Zuftand langfamer Vegetation unfers Bacillus befitzen, wie derfelbe fich in feuchtem Erdreich, in Düngerhaufen u. f. w. findet, um bei geeigneter Ernährung in die gewöhnliche Bacillus-Form überzugehen.

Eine zweite Bacterienform, die fich etwas feltener in der nafsfaulen Kartoffel findet, möge mit dem Namen Bacterium Navicula bezeichnet werden. (Taf. VII, Fig. 10). Die Individuen haben die Form eines Weberfchiffchens, fie find von beträchtlicherer Gröfse, einzelne lebhaft bewegt, andere ruhend; fie vermehren fich lebhaft durch Theilung. Im Innern der Bacterienzelle bemerkt man einen oder mehrere dunkle Flecke, welche bei der Behandlung mit Jod eine blaue Färbung annehmen; mitunter färbt auch der ganze Inhalt einer Zelle fich gleichmäfsig blau. Es ift denkbar, dafs diefe Blaufärbung herrührt von Stärke, welche, gelöft durch das von den Bacterien ausgefchiedene Ferment, in das Innere der Zellen hineindiffundirte. Nothwendig ift es freilich nicht, diefe Hypothefe zu machen, um die Blaufärbung des Zellinhalts diefes Bacteriums zu erklären, da ja auch Zellwände anderer Pilze diefe Reaction zeigen können. Erinnert fei nur noch daran, dafs Bläuung des Zellinhalts durch Jod auch für Leptothrix buccalis beobachtet worden ift*); freilich kann auch hier im Speichel der Mundhöhle gelöfte Stärke in die Pilzzellen hienein diffundiren**).

Bacterium Navicula fand fich in nafsfaulen Kartoffeln entweder rein, oder mit Bacillus subtilis gemifcht. Die durch B. Navicula hervorgerufenen Zerfetzungs-Erfcheinungen ftimmen ganz mit den durch Bacillus erzeugten überein, fogar der ftrenge Geruch. Infection gelingt ebenfo leicht durch Bacterium wie durch Bacillus.

---

*) Leber und Rottenstein, Unterfuchungen über die Caries der Zähne 1867. S 20.

**) Es würde dazu der Umftand ftimmen, dafs die Leptothrix des Mundes *nicht immer* die Blaufärbung mit Jod annimmt; auch erftreckt fich die Färbung auf den Inhalt der Zellen. — Freilich ift diefelbe Blaufärbung von Leyden und Jaffé auch für Leptothrix-Fäden aus der Lunge beobachtet worden (D. Archiv f. klin. Medicin. 1866. S. 488).

Drittens wird noch in einigen Fällen eine kleine, farblose Sarcina beobachtet, welche wir als S. Solani bezeichnen wollen (Taf. VII, Fig. 13). Es finden sich freie Mikrococcus-Individuen und kleine einschichtige Familien, die durch wiederholte Zweitheilung nach zwei entgegengesetzten Richtungen des Raumes entstanden. Diese Bacterie scheint sich in ihren Wirkungen den beiden anderen ganz gleich zu verhalten.

Dass man in der Flüssigkeit nassfauler Kartoffeln nicht selten auch dem Bacterium Termo begegnet, wird schwerlich überraschen.

Endlich mag noch eine Zoogloea-Form kurz Erwähnung finden, welche einige Male auf der Oberfläche feucht liegender Kartoffeln angetroffen wurde. (Vgl. Taf. VII, Fig. 14ab). Diese Colonieen scheinen aus einer äusserst winzigen Micrococcus-Form zusammengesetzt zu werden, doch ward reiner Micrococcus in nassfaulen Kartoffeln von uns nicht beobachtet.

Historisch soll in Bezug auf die Nassfäule hier noch hervorgehoben werden, dass die Bedeutung der Bacterien für den Zersetzungsprozess der Kartoffel zuerst von HALLIER*) erkannt worden ist. Derselbe beobachtete, dass bei der Fäulniss von Phytophthora-inficirten Knollen sich immer Bacterien einstellen, und dass diese Bacterien, auch wenn sie völlig rein angewandt werden, auf andere Kartoffeln die Nassfäule übertragen, dieselben binnen 4 Tagen in eine jauchige Masse verwandelnd.

Wenn jedoch HALLIER einen genetischen Zusammenhang zwischen Phytophthora, Hypomyces, Nectria und Bacterien glaubt nachweisen zu können, ja, wenn sogar die Bacterien direct aus einer Umwandlung der Protoplasma-Körner entstehen sollen, so wird diese Anschauung keine weitere Discussion erheischen.

---

*) Reform der Pilzforschung 1875. S. 9 bis 11. Vgl. auch HALLIER die Plastiden der niederen Pflanzen. 1878. S. 52 ff.

Eine künſtliche Heilung der Naſsfäule, ſoweit dieſelbe geſunde und lebenskräftige Kartoffelknollen befallen hat, iſt unmöglich. Nur wenn die Knolle ſelbſt durch Vernarbung der Wunde mittelſt einer ausgeſchiedenen Korkſchicht ſich eine Schutzwehr bereitet, kann der Zerſetzungs-Prozeſs dadurch zum Stillſtand gebracht werden.

Um Naſsfäule der Kartoffeln zu vermeiden, muſs man derſelben vorzubeugen ſuchen. Das Erſinnen ſpecieller prophylactiſcher Methoden iſt aber Aufgabe des Landwirths, nicht des Botanikers. Nur auf einige, aus der Phyſiologie der Krankheit ohne Weiteres ſich ergebende Momente mag in aller Kürze noch hingewieſen werden.

Daſs Feuchtigkeit die Entwickelung der Bacterien begünſtigt, für dieſelben unerläſslich iſt, iſt ſicher. Man wird deswegen die Feuchtigkeit des Ackers, in welchem Kartoffelknollen reifen ſollen, entſprechend zu reguliren haben. Insbeſondere iſt für den Abzug ſtagnirenden Grundwaſſers Sorge zu tragen. Ein Acker, der Ueberſchwemmungen ausgeſetzt iſt, wird ſicher für Kartoffelbau der ungeeignetſte ſein. Denn vielfach iſt in der landwirthſchaftlichen Praxis beobachtet worden, daſs, wenn durch Ueberſchwemmung ein Kartoffelacker 24 Stunden und darüber unter Waſſer geſetzt war, ein plötzliches Abſterben und Verfaulen der Kartoffelpflanzen die Folge war. Dieſes ſogenannte *Erſaufen* der Kartoffeln iſt ſicher eine heftig auftretende, durch Bacterien erzeugte Naſsfäule. SCHACHT, der eine ſolche Erſcheinung zu unterſuchen Gelegenheit hatte, berichtet darüber*), daſs der in der Erde ſteckende Theil des Kartoffelſtengels in voller Maceration begriffen war, das ganze Innere der Knollen war in eine weiche und breiige Maſſe übergegangen und verbreitete einen ſtinkenden Geruch. Die Zellwände waren gröſstentheils verſchwunden, die Stärkekörner lagen frei in der fauligen Jauche.

Anhaltende, heftige Regengüſſe müſſen in gleicher Weiſe die Kartoffelerndte gefährden, wenn nicht für genügenden Abzug des Waſſers geſorgt worden iſt.

---

*) a. a. O. S. 16.

Inwiefern ſtagnirende Näſſe des Bodens nicht nur die Entwicklung der Bacterien begünſtigt, ſondern auch die Lebensthätigkeit der Kartoffelpflanze, beziehungsweiſe Knolle, beeinträchtigt, muſs ſpeziell darauf gerichteten Studien zu ermitteln überlaſſen bleiben. Daſs Ueberſtauung mit *reinem* Waſſer, auch wenn ſie einige Tage dauert, an ſich im Stande ſein ſollte, ein Abſterben der Kartoffel hervorzurufen, erſcheint uns unwahrſcheinlich, um ſo mehr, als es gelungen iſt, Kartoffeln künſtlich in wäſſrigen Nährlöſungen zu züchten. Es entſteht dann aber die Frage, wie beim «Erſaufen» der Kartoffeln der Zerſetzungsproceſs ſo rapide ſich vollziehen könne, da noch dazu die Knollen ja im anatomiſchen Zuſammenhange mit den Stengeln ſich befanden und überall durch eine Korkſchicht geſchützt, hierdurch dem Eindringen der Bacterien muſsten Widerſtand entgegenſetzen können.

Allein eine noch am Stengel haftende Knolle iſt viel leichter den Angriffen der Bacterien Preis gegeben als eine ausgewachſene, vom Stengel getrennte Kartoffel. Denn ſobald dieſelbe ſich losgelöſt hat, verſchlieſst ſie die Stelle des früheren Zuſammenhanges durch eine feſte Korkplatte. Die noch an der Pflanze hängende Knolle ſteht dagegen im ununterbrochenen Zuſammenhange mit den unterirdiſchen Theilen des Stengels und durch dieſe auch mit den Wurzeln. In den Wurzeln aber befindet ſich die verwundbarſte Stelle der Kartoffelpflanze.

Kaum irgend ein Gewächs iſt in gleichem Grade wie die Kartoffelpflanze befähigt, jede ihrem Stengel — und zu letzteren gehören auch die Knollen — zugefügte Verletzung ſogleich durch Wundkork zu ſchlieſsen. Daſſelbe iſt aber nicht der Fall bei Verwundungen der Wurzeln, wenigſtens der jungen und dünnen Faſerwurzeln. Da nun aber im Erdboden viele kleine Thiere ſich befinden, welche die Wurzeln der Kartoffelpflanze annagen, ſo finden fortwährende Verwundungen ſtatt, welche ſich nicht wieder ſchlieſsen, ſondern meiſt ein theilweiſes Abſterben der betreffenden Faſerwurzel zur Folge haben; in der That findet

man häufig ſolche verletzte und gebräunte, d. h. abgeſtorbene Wurzelſpitzen.

Dieſe Verletzungen der Wurzeln müſſen nun den Bacterien den leichteſten Zugang in das Innere des Kartoffelſtengels und ſomit in die Knollen eröffnen. Daſs aber junge, noch nicht ausgereifte Knollen dem Umſichgreifen der Naſsfäule einen nur geringen Widerſtand entgegenſetzen, iſt bereits oben durch Thatſachen gezeigt worden.

Unter ſonſt gleichen Umſtänden muſs auch eine in der Bodenkrume des Ackers enthaltene gröſsere Menge organiſcher Subſtanzen die Entwicklung der Bacterien begünſtigen. Ueberreichliche Düngung mit friſchem Stallmiſt wird bei eintretender Näſſe die Gefahr ſehr bedenklich zu ſteigern vermögen.

Um die im Keller aufbewahrten Kartoffeln vor Naſsfäule zu ſchützen, hat SCHACHT*) bereits mit Recht empfohlen, aus den geerndteten Kartoffeln nach Möglichkeit alle Kranken auszuleſen, die Kartoffeln ſelbſt möglichſt *trocken* an ihren Aufenthaltsort zu bringen und dieſen letzteren ſelbſt ſtets trocken und luftig zu halten.

Endlich haben wir den practiſch wichtigen Punct in's Auge zu faſſen, ob eine von Fäulniſs ergriffene Knolle noch als Ernteproduct irgend welche Verwerthung finden könne, oder ob nichts weiter übrig bleibt, als dieſelbe, wie es gegenwärtig meiſtens geſchieht, auf die Dungſtätte zu werfen.

Als Ausgangspunkt für dieſe Betrachtung eignet ſich das Stadium der hochgradigen *Naſsfäule*. Wir haben geſehen, daſs in dieſem Stadium das ganze innere Gewebe der Kartoffel ſich in einen weiſsgelben Brei verwandelt hat, in welchem die Zellhäute aufgelöſt ſind, während die Stärkekörner noch unverſehrt in der Flüſſigkeit ſchwimmen; ſpäter löſen ſich dann auch die Stärkekörner. Wenn man nun durch mikroſkopiſche Controle das Stadium abzupaſſen weiſs, wo die Zellhäute in Auflöſung begriffen, die Stärkekörner aber noch intact ſind,

*) a. a. O. S. 22.

ſo vermag man durch ſchnelles Austrocknen den geſammten Stärkegehalt der Knolle, alſo den werthvollſten Beſtandtheil der Kartoffel, zu retten.

Das Aufſchütten faulender Kartoffeln auf luftig ſtehende und von der Sonne beſchienene Hürden dürfte hierfür genügen; erhöht man die Temperatur der umgebenden Luft, ſo wird man die Austrocknung beſchleunigen können. Vielleicht würde es ſich auch empfehlen, die Stärke-haltige Flüſſigkeit durch Auspreſſen von den Kartoffelſchalen zu trennen und dann raſch zu trocknen.

Viel weniger bequem wird es ſein, aus den *trockenfaulen* Kartoffeln die Stärke zu gewinnen, weil hier noch die Zellwände erhalten ſind und durch die Pilzfäden zu einer zähen, zunderartigen Maſſe zuſammengehalten werden. Es möchte hier von Nutzen ſein, die trockenfaulen Kartoffeln durch Uebergieſsen mit Waſſer in naſsfaule zu verwandeln, um die Zellhäute hierdurch in Löſung zu bringen und die Stärke auf dieſe Weiſe leichter zu iſoliren.

Die aus faulenden Kartoffeln gewonnene Stärke hat eine gelblich-weiſse Färbung. Man wird dieſelbe durch Auswaſchen ſicher von den ſie verunreinigenden Bacterien und den anderen widrigen Subſtanzen der putriden Flüſſigkeit leidlich reinigen können. Immerhin wird das ſo erhaltene Stärke-Product nur für techniſche Zwecke Verwendung finden, vielleicht für Production von Stärkezucker zweiter Qualität. Am meiſten möchte dieſe Stärke ſich zur Herſtellung des nicht gerade chemiſch reinen *Dextrins* empfehlen, welches ja z. B. in der Textilinduſtrie eine ſo ausgedehnte Anwendung findet.

Wie man aber nun auch praktiſch die aus naſsfaulen Kartoffeln gewonnene Stärke verwerthen will, ſo viel iſt ſicher, daſs man im Stande iſt, der Naſsfäule ihren Raub zu entreiſsen und wenigſtens den gröſseren Theil ſeines Ernteproductes zu retten. Zuverläſſige mikroſcopiſche Analyſe der faulenden Knollen muſs hierbei als Wegweiſer dienen.

ZWEITER ABSCHNITT.

Entwicklungsgeschichte der wichtigeren, an der Zersetzung der Kartoffelknollen betheiligten Fadenpilze.

1. *Hypomyces Solani.* *Syn.: Fusisporium Solani.*

(Hierzu Taf. I und II).

Der Pilz, deſſen Conidienträger unter dem Namen Fusisporium Solani bekannt ſind, iſt ein echter Saprophyt. Während alle Verſuche fehl ſchlagen, das Gewebe lebender Kartoffeln durch keimende Sporen oder Uebertragung von Mycelium mit demſelben zu inficiren, durchwuchern die aus den Conidien hervorbrechenden feineren Hyphen in kürzeſter Zeit eine aus irgend einer Urſache abgeſtorbene Kartoffel, um ihre Subſtanz nach und nach vollſtändig aufzuzehren bis auf die aus Kork gebildete Schale. Die Hyphen durchbohren die Wände der Zellen, um erſt den Inhalt der letzteren, hernach auch die Wände ſelbſt zu zerſtören. In einer abgeſtorbenen Kartoffel, welche z. B. durch Phytophtora infestans getödtet war, kann, wenn die Kartoffel nicht allzu feucht liegt, das ganze Gewebe durch das Hypomyces-Mycelium in dem Grade abforbirt werden, daſs nur die unverletzten Stärkekörner in der Kartoffelſchale zurückbleiben. Die Stärkekörner ſcheinen von dem Mycelium direct gar nicht angegriffen zu werden, wenigſtens wurde eine Anbohrung derſelben nicht beobachtet, wenn wir Sporen auf Objectträgern in einem Waſſertropfen keimen ließen, auf deſſen Grunde zahlreiche Stärkekörner lagen. Wenn eine abgeſtorbene Kartoffel, in welche Hypomyces

eindrang, dabei in der Näſſe liegt, ſo ſtellen ſich wohl immer daneben noch Bacterien ein, welche das Zerſtörungswerk viel raſcher vollenden als das Pilzmycelium allein. Wenn auch hierbei die Stärkekörner nächſt der Kartoffelſchale ſich am reſiſtenteſten erweiſen, ſo gehen doch auch ſie unter den für die Zerſetzung durch Bacterien (vgl. S. 18) characteriſtiſchen Erſcheinungen zu Grunde; die Kartoffel wird in eine jauchige Maſſe verwandelt, in welcher man nur noch einzelne mehr oder weniger corrodirte Stärkekörner, Pilzmycelien und Bacterien zu erkennen vermag.

Dieſer Zuſtand der eigentlichen Naſsfäule iſt aber offenbar der dem Pilze am meiſten zuſagende, ſeine Entwicklung am meiſten begünſtigende. Selbſt in der Jauche, welche ſich bildet, wenn man faulende Kartoffeln Monate lang in vielem Waſſer liegen läſst, wuchert Hypomyces überaus üppig und bildet groſse Raſen bis zu einem Centimeter Durchmeſſer, wie Mucor oder Penicillium auf Fruchtſäften.

Der in Rede ſtehende Pilz reproducirt ſich durch dreierlei Sporen: Microconidien, Macroconidien und Schlauchſporen. Die Darſtellung ſeiner Entwicklung möge anknüpfen an die Keimung der Microconidien, derjenigen Sporenform, welche dem Pilze bislang den Namen Fusisporium eintrug.

Die *Microconidien* beſitzen ſehr verſchiedene Geſtalt und Gröſse. (Taf. I, Fig. 1, 2). Am conſtanteſten erweiſt ſich ihr Breiten-Durchmeſſer, welcher 5 bis 8 Mik. beträgt; ihre Länge dagegen ſchwankt zwiſchen 10 — 50 Mik. Die kleinſten Formen ſind im reifen (abgefallenen) Zuſtande einzellig, die gröſseren beſtehen aus 2 bis 6 in einer Reihe gelegenen Zellen (Taf. I, Fig. 1, 2 b).

Für gewöhnlich findet man faſt ausſchlieſslich die längeren Formen, die kürzeren, wie ſie in Taf. I, Fig. 1 dargeſtellt ſind, treten nur ſelten in gröſserer Menge auf.

Characteriſtiſch iſt die Geſtalt der Microconidien. Sie ſind faſt drehrund, ſtets erheblich länger als dick, an beiden Enden ein wenig verjüngt oder abgerundet, immer unſymmetriſch und in den meiſten Fällen ſogar ſchwach ſichelförmig gekrümmt. Zuweilen ſind die

Microconidien etwas torulös (Taf. I, 10, 11), wahrſcheinlich durch nicht ganz geeignete Nährlöſung hervorgebracht. In dieſen Fällen ſind ſowohl die Conidien wie das Mycel mit ſtarkkörnigem Plasma dicht erfüllt. Bekleidet ſind die Microconidien von einer dünnen Zellhaut, ihr Inhalt beſteht in der Regel aus ſehr feinkörnigem Plasma, jede Zelle zeigt eine oder einige groſse, deutliche Vacuolen.

Die Microconiden keimen ſehr leicht in reinem Waſſer, in der aus faulen Kartoffeln entnommenen Jauche, ſowie in einem aus friſchen Kartoffeln bereiteten Decoct; dagegen ſcheint Decoct von Pferdemiſt die Keimung zu verhindern. Bei der Keimung ſchwellen zunächſt die Gliederzellen der Spore ein wenig an, die Vacuolen im Innern werden gröſser; darauf vermag eine beliebige Zelle der Spore zu einem Keimſchlauche auszuwachſen, deſſen Durchmeſſer ſtets kleiner iſt als der Durchmeſſer der Spore (Taf. I, Fig. 3). Die beiden Endzellen einer Spore können hierbei direct in den Keimſchlauch ſich verlängern, d. h. die Spore wächſt fort in der Richtung ihrer Längsaxe. Meiſtens jedoch ſtellen ſich die Keimſchläuche, ſelbſt wenn ſie aus den Endzellen hervorbrechen, als Strahlen zweiter Ordnung gegen die Axe der Spore. (Taf. I. Fig. 4). Die Membran der Keimfäden iſt ein wenig zarter als die der Spore, ihr Inhalt feinkörniges Plasma. In dem Maſse, als ein Keimfaden ſich verlängert, wächſt die Vacuole ſeiner Mutterzelle der betreffenden Spore, zuletzt iſt das geſammte Plasma aus letzterer herausgewandert bis auf dünnen Wandbeleg; man beobachtet dies wenigſtens bei den in Waſſer ſtatthabenden Keimungen.

Die Dicke eines Keimfadens beträgt ca. 3—4 Mik. Nach mehr oder weniger groſser Verlängerung theilt ſich der Faden durch eine Querwand. Die vordere Zelle verlängert ſich weiter und verhält ſich in ihren ferneren Theilungen als Scheitelzelle; in älteren Gliederzellen können aber auch noch hier und da intercalare Wände auftreten, deren Lage von keiner Regel beſtimmt wird.

Am gut ernährten Individuum beginnt dann bald eine lebhafte Verzweigung des Myceliums; die Aeſte entſtehen in der Regel aus

dem vorderften Theil einer Gliederzelle, d. h. dicht unter der dem Scheitel der Hyphe zugekehrten Querwand (Taf. I, Fig. 3). Die Reihenfolge der Aefte braucht keine ftreng akropetale zu fein, da einzelne Gliederzellen mit der Aftbildung fich verfpäten, manche auch gar keine Aefte bilden; früher oder fpäter gliedern fich die Aefte durch eine Querwand, deren Lage nicht ftreng beftimmt ift, vom Hauptfaden ab und verhalten fich in Theilung und Verzweigung, wie diefer letztere. Auch können gelegentlich aus einer Gliederzelle nach einander zwei Aefte hervorwachfen. Die Länge der Gliederzellen wechfelt fehr, der Inhalt zeigt zuletzt grofse Vacuolen.

Die Dicke der Mycelfäden ift fehr verfchieden, befonders dünn können die letzten Verzweigungen und kurzen feitlichen Aeftchen und Anastomofen werden. Die Hauptäfte befitzen dagegen von Anfang an ziemlich gleiche Dicke, das fpätere Dickenwachsthum ift nur fehr gering.

Wird der Pilz in geeigneter Nährlöfung cultivirt*), fo verbreitet das aus einer Spore hervorgegangene Mycelium fich ftrahlenförmig nach allen Seiten, es entfteht ein kreisrunder Rafen, welcher bis zur Gröfse von einem Centimeter im Durchmeffer beobachtet wurde. Die Verzweigung der Fäden des Myceliums findet vorwiegend in der Horizontalebene ftatt, fo dafs die Rafen keine Kugeln, fondern flache Scheiben darftellen; dafs diefe Scheiben dem unbewaffneten Auge gezont erfcheinen, rührt daher, dafs in den älteren Theilen auch häufiger fich Aefte aus der Horizontalebene erheben.

Ueberaus häufig find nachträglich entftandene Quer-Verbindungen zwifchen einzelnen Aeften eines Myceliums oder gar zweier, aus verfchiedenen Sporen ftammender Mycelien (Taf. I, Fig. 2c, 8). Diefe Verbindung kann durch einen befonderen, der Sproffe einer Leiter vergleichbaren Commiffur-Aft hergeftellt werden; oder zwei Fäden legen fich gegen einander, wie bei Zygogonium; oder aber die Fäden

*) Jauche aus faulen Kartoffeln, welche zur Abtödtung der vorhandenen niederen Organismen längere Zeit auf 100° erhitzt wurde.

ſchmiegen ſich der Länge nach aneinander, an einzelnen Stellen werden die Wände der Fäden reſorbirt, die Inhalte treten in Communication. In der Regel ſind die Commiſſuren leiterförmig, ſie entſtehen entweder in der Weiſe, daſs von dem einen Faden ein dünnes Aeſtchen gegen den andern hin wächſt und mit ſeiner Spitze mit ihm verſchmilzt, worauf der trennende Wandtheil reſorbirt wird, oder auch dadurch, daſs von beiden Fäden kleine Seitenäſtchen ausgehen, welche dann mit ihren Spitzen verſchmelzen und in Verbindung treten.

Aus den in einer Flüſſigkeit ſchwimmenden Mycelium-Raſen oder aus dem Mycelium, welches das Innere einer faulen Kartoffel in gröſster Maſſenhaftigkeit durchſetzt, ſieht man nicht ſelten groſse, bis 3 *mm* lange, an der Baſis oft 1 *mm* breite, mitunter verzweigte, weiſsliche Körper ſich in die feuchte Luft des der Cultur dienenden Glasgefäſses erheben. Die microſcopiſche Betrachtung lehrt, daſs dieſe Körner aus einem Bündel paralleler, mit einander verwachſener Hypomyces-Hyphen beſtehen, welche eine entſprechende Habitus-Form darſtellen, wie ſie von Penicillium glaucum bekannt iſt und früher, als eigene Gattung angeſehen, mit dem Namen Coremium bezeichnet wurde. Da dieſe eigenthümliche Form des Wachsthums ſehr zahlreichen Fadenpilzen eignet, ſo wird es nicht unzweckmäſſig ſein, hierfür den Ausdruck «Coremium» nicht als für eine Spielart in ſyſtematiſchem Sinne, ſondern als Bezeichnung eines morphologiſchen Typus, mag er nun an einer Art normal oder abnorm ſich zeigen — darüber entſcheidet ja nur die Häufigkeit des Vorkommens — in Zukunft anzuwenden.

Das Coremium von Hypomyces Solani kommt dadurch zu Stande, daſs die Aeſte einer Hyphe nicht iſolirt, ſondern an den Hauptfaden angeſchmiegt und in inniger Verbindung mit dieſem ſich fortentwickeln. Solche Coremien können horizontal fortkriechen, in mannichfacher Weiſe ſich verzweigend, wobei die Fäden ſteril bleiben: es ſind das Rhizomorpha-ähnliche Coremien. Oder ſie wachſen aufrecht und ihre älteren, nach äuſsen gekehrten Zweige werden dann meiſtens zu ein-

fachen Conidienträgern. Die Coremien können aus einem einzigen Aſte ihren Urſprung nehmen; der häufigere Fall iſt aber, daſs verſchiedene, dicht neben einander hin wachſende Hyphen ſich miteinander zur Coremium-Bildung vereinigen. Letzteres iſt beſonders deutlich zu erkennen an der Verzweigung, wo ſeitlich analoge Gebilde aus einem Haupt-Coremium hervorſproſsen.

Iſt das Coremium einmal conſtituirt, ſo vollziehen ſich Aufbau und Fortentwicklung deſſelben mit groſser Regelmäſsigkeit (Vgl. Taf. I, Fig. 7). Das lebhafteſte Wachsthum findet ſtatt an der Spitze, die wir deshalb Vegetationspunct des Coremiums nennen dürfen. Eine oder wenige Hyphen überragen die übrigen, dieſe verlängern ſich durch Theilung ihrer Scheitelzellen; die benachbarten kürzeren Hyphen ſind aus den erſteren als Aeſte entſtanden. Das Längenwachsthum des Coremiums erfolgt alſo durch Quertheilung der Scheitelzellen (und gelegentlich von Gliederzellen) des Hyphenbündels, das baſipetale Dickenwachsthum des Coremiums durch Zunahme der Verzweigung der Hyphen.

Zwiſchen dem Aneinanderſchmiegen zweier, in einer Flüſſigkeit wachſender Hyphen und entwickelten, aufrechten, millimeterdicken Coremien finden ſich mannichfach abgeſtufte Uebergänge. —

Das durch Keimung einer Microconidie entſtandene Mycelium kann wieder direct, als erſte Fruchtform, *Microconidien*, erzeugen.

Setzen wir ein in zuſagender Nährlöſung (Kartoffeljauche) üppig vegetirendes Individuum als Normalform, ſo entwickeln ſich hier die Microconidien ſtets auf beſonderen Hyphenäſten, welche als Conidienträger aufrecht aus der Flüſſigkeit in die Luft emporragen. Die Conidienträger pflegen in ſolchem Falle unverzweigt zu ſein; ſie ſtehen aber ſehr dicht und bilden einen weiſsen Schimmel auf der Oberfläche der Flüſſigkeit. Dieſe Conidienträger beſtehen aus einem borſtenförmig geraden, mehrzelligen, an der Baſis dickeren Hyphen-Aſte (Taf. I, Fig. 2d).

Die obere Hälfte der Scheitelzelle eines ſolchen Trägers ſchwillt ein wenig auf und nimmt die unſymmetriſche Geſtalt einer Microconidie

an; in der Regel theilt die Sporen-Anlage ſich ſelbſt durch eine Querwand in zwei Zellen, bevor ſie durch eine zweite Querwand von ihrem Sterigma, d. h. dem unteren Theil der Scheitelzelle des Trägers, ſich abgliedert; die weiteren Theilungen der Spore erfolgen darnach. Iſt die Spore abgeſchnürt worden, ſo verlängert unmittelbar darauf das Sterigma (die Scheitelzelle des Trägers) ſich wieder zu einer neuen Sporenanlage, welche an der gleichen Stelle abgegliedert wird; ſo kommt es, daſs man bei Objectträger-Culturen oft ein ganzes Häufchen von Sporen wie einen Wirtel mit den unteren Enden noch der Spitze des Sterigma's anliegen findet, bis ſie durch ſpäter gebildete Conidien fortgeſchoben werden. (Taf. I, Fig. 2b, Taf. II, Fig. 14b).

Aehnliche, ſehr dicht ſtehende einfache Conienträger fanden ſich auch auf ſtark naſsfaulen Kartoffeln, wo ſie weiſse Flecke bildeten, die ſich ſtellenweiſe zu einem zuſammenhängenden Ueberzuge erweiterten.

Zu den einfachen Conidienträgern müſſen wir auch die Aeſte rechnen, welche an der Oberfläche der Coremien Microconidien abſchnüren. (Taf. I, Fig. 7c). Auch aus den Rhizomorpha-ähnlichen Coremien können ſolche einfache Träger entſpringen. Ihre Länge iſt ebenſo wie auch an den Coremien ſehr verſchieden. Desgleichen jeder beliebige Aſt des Myceliums kann ohne jede Aenderung ſeiner Form an der Spitze eine Microconidie abgliedern, in der Flüſſigkeit oder wenn das Mycelium, z. B. bei Feuchtkammer-Culturen in die Luft hinein wächſt; ein ſolcher Aſt kann auch nach Erzeugung von ein oder zwei Conidien wieder in rein vegetativer Weiſe ſich fortentwickeln. Hier und da kann der Conidienträger unmitelbar aus der Microconidie hervorwachſen, doch nicht gleich bei der Keimung, ſondern erſt ſpäter, wenn 3—4 Tage nach derſelben ſchon ein ziemlich ausgedehntes Mycel entſtanden iſt.

Wir haben dieſe Conidienträger einfache genannt, weil ſie in der Regel unverzweigt ſind. Es kann jedoch Verzweigung eintreten, indem aus den unteren Zellen eines Trägers längere Seitenäſte hervorwachſen, welche ebenfalls Conidien erzeugen. Da dieſe Verzweigung

jedoch ziemlich ſpärlich und unregelmäſſig iſt, ſo beſitzen ſolche Conidienträger gar keinen regelmäſsigen Habitus.

Es finden ſich nun aber noch andere Conidienträger, welche ſich von Anfang an ſehr ſtark verzweigen und welche dadurch einen ganz eigenthümlichen Habitus bekommen, ſo daſs man ſie ohne nähere Unterſuchung wahrſcheinlich zu einer anderen Species rechnen würde. Dieſe letzterwähnten Conidienträger zeigen ſich insbeſondere an faulenden Stengeln und trockenfaulen oder doch nicht ganz naſsgefaulten Knollen der Kartoffel. In letzterem Falle durchbrechen die Conidienträger, gewöhnlich überaus reicht verzweigt, in dichten Raſen an einzelnen Puncten die Korkſchale und bilden hier mehr oder minder groſse, halbkuglige Puſteln, welche ſich an der Oberfläche mit einer dichten Lage von Microconidien bedecken. Unterſucht man ſolche Puſteln im noch jungen Zuſtande, ſo findet man, daſs die dichten und gedrungnen Conidienträger in groſser Zahl horizontal kriechenden, dicken und anſcheinend ſehr kurzzelligen Myceliumfäden entſpringen. (Taf. I, Fig. 5, 6). Die baſalen Zellen der ſchon von unten auf ſtark verzweigten Conidienträger ſind hier ſehr verkürzt und auſserordentlich dick. Ihr Hauptſtrahl endigt in ein Sterigma, welches Conidien abſchnürt, und aus jeder Gliederzelle des Hauptſtrahls entwickeln ſich ein bis drei Seitenſtrahlen, welche auch terminale Conidien erzeugen und ſich weiter verzweigen können. Die Verzweigung dieſer Conidienträger iſt inſofern eine höchſt eigenthümliche als ſie die Merkmale des cymöſen und des racemiſchen Aufbaus in ſich vereinigt. Cymös müſste man ſie nennen, weil ihre Entwicklung centrifugal iſt; denn zuerſt entſteht die Terminal-Conidie, immer erſt nachher bilden ſich Seitenäſte. Eine Uebereinſtimmung mit dem Racemus gelangt aber dadurch zur Ausprägung, daſs die Hauptaxe unbegrenzt fort wächſt, immer neue, ſuccedane Terminal-Conidien abgliedert und acropetal immer neue Seitenzweige bildet, welche den Typus der Hauptaxe wiederholen. Wegen der centrifugalen Entwicklung mögen dieſe Conidienſtände aber doch als racemusähnliche Cymen bezeichnet werden.

Dieſe verzweigten Conidienträger bilden in der Regel dichte,

halbkuglige Polſter, welche von einer Kruſte zuſammenklebender Conidien bedeckt ſind.

Als zweite Fruchtform von Hypomyces Solani ſind die *Macroconidien**) zu nennen. Dieſelben bilden ſich als kuglige Anſchwellungen der Endzellen kürzerer oder längerer Mycelium-Aeſte (Taf. I, Fig. 8, 9) entweder in der Nährlöſung oder in der weichen Maſſe einer faulenden Kartoffel, oder aber ſie ragen in die feuchte Atmoſphäre hinein, letzteres häufig bei Culturen im hängenden Tropfen. Gelegentlich ſtehen auch zwei und mehr ſolcher Kugeln perlenſchnurförmig hinter einander (Taf. I, Fig. 10a), ferner können ſie aus Gliederzellen des Fadens ſich bilden, während die Terminalzelle fortwächſt, doch iſt dies letztere ſeltener. Die Macroconidien entſtehen in der Regel in gröſserer Anzahl nur an altem Mycelium, beſonders an den früher erwähnten Coremien, deren unterer Theil häufig von ihnen vollkommen bedeckt iſt, während weiter aufwärts Microconidien gebildet werden. Sehr zahlreich ſind ſie ebenfalls an dem Perithecien tragenden Mycelium; mitunter entwickeln ſie ſich aber auch terminal oder auf kurzen Seitenäſten an den eben aus einer Microconidie hervorgewachſenen Keimſchläuchen (Taf. I, Fig. 10, 11). Das bei Keimung der Macroconidien entſtandene Mycelium bildet in der Regel Microconidien, ſeltener auch Macroconidien (Vgl. Taf. II, Fig. 1, wo der dargeſtellte Microconidienträger aus dem der Macroconidie entſproſſenen Mycelfaden hervorgewachſen war, aber um Raum zu erſparen, in der Zeichnung abgebrochen wurde). Endlich entſtehen Macroconidien häufig an den aus Schlauchſporen hervorgewachſenen Keim-Hyphen (Taf. II, Fig. 13).

---

*) Die Macroconidien dieſes Pilzes tragen ihren Namen inſofern mit Unrecht, als ihr Volumen in der Regel geringer iſt, als dasjenige der Microconidien; dennoch iſt aus dieſer Thatſache kein Grund herzuleiten, um die durch TULASNE für die Gattung Hypomyces eingeführte Nomenclatur zu ändern oder gar umzukehren.

Der Durchmeſſer der Macroconidien beträgt 7—15 Mik. Ihr Gehalt birgt auſser feinkörnigem Plasma gröſsere Oeltröpfchen. Die Zellwand iſt beträchtlich derber, als bei den Microconidien und zeigt eine Sonderung in zwei Schalen, eine innere ſehr zarte und eine äuſsere dickere (Epiſporium), welche letztere entweder glatt (Taf. I, Fig. 8, 9) oder warzig erſcheint. Erſteres vorwiegend bei den an den Coremien entſtehenden Macroconidien, letzteres bei den an dem Perithecien tragenden Mycel auftretenden, welche zugleich auch meiſt etwas bräunlich gefärbt erſcheinen. (Taf. I, Fig. 9, 13; Taf. II, Fig. 1). Im jugendlichen Zuſtande iſt das Epiſporium aller Macroſporen glatt, erſt ſpäter treten die Warzen auf, bei vielen Individuen bleiben dieſelben jedoch ganz aus. Bei der Keimung ſchwellen die Macroconidien kaum auf, um dann einen oder zwei Keimſchläuche zu entſenden (Taf. I, Fig. 12, 13). Ein Aufſpringen des Epiſporiums konnte nicht deutlich beobachtet werden.

Die dritte Fruchtform, die *Perithecien*, erſcheinen auf alten, ſtark in Zerſetzung begriffenen Kartoffeln in der Regel in Menge (Taf. II, Fig. 2).

Das einzelne Perithecium ſitzt ohne Stroma einem lockeren Flechtwerk von Hyphen auf, ſeine Form iſt birnförmig (Taf. II, Fig. 3), Der Bauchtheil des Peritheciums iſt hell purpurroth, der Hals orangegelb gefärbt. Die membranartig dünne Wand des Bauchtheils beſteht aus mehreren pſeudoparenchymatiſchen Zellſchichten, von denen die äuſseren gefärbt, die inneren farblos ſind. Die äuſseren Zellen der Wand entwickeln noch dickwandige Hyphenäſte, welche meiſt in netzförmiger Vertheilung der Oberfläche ſich anſchmiegen, oder auch als kurze, einzeln ſtehende Haare hervorragen. Den inneren, farbloſen Parenchymzellen der Peritheciumwand entſpringen die Schläuche (Taf. II, Fig. 6); der zwiſchen den Schläuchen vorhandene Raum iſt von Gallerte angefüllt.

Die Wand des Halſes wird, wie ein Längsſchnitt lehrt, aus einer Anzahl von pſeudoparenchymatiſchen Zellſchichten gebildet, deren Zellen an Gröſse von Auſsen nach Innen abnehmen (Taf. II, Fig. 4w). Aus der innerſten dieſer Schicht wachſen zahlreiche einzellige Fäden ſenkrecht gegen den Canal des Halſes, ſie entſprechen morphologiſch den Ascis. An dieſen feineren Fäden zeigten ſich die ein wenig angeſchwollenen Enden häufig durch eine tiefe Einſchnürung von dem übrigen Stücke des Fadens getrennt (Taf. II, Fig. 4f und Fig. 5), wodurch eine gewiſſe Aehnlichkeit mit der Erzeugung von Spermatien entſteht. Wir gelangten jedoch zu keiner ſicheren Ueberzeugung von der Spermatienbildung, weil keine völlig losgetrennten Körperchen gefunden werden konnten. Immerhin würde Spermatien-Abſchnürung im Halſe eines Pyrenomyceten nichts gerade abſonderliches ſein, da ja von TULASNE Spermatien bildende Sterigmen zwiſchen den Schläuchen von Peziza benesuada und am Rande der Scheibe von Cenangium beobachtet worden ſind.

Die Perithecien erſcheinen ſpät, offenbar nur an ganz alten Mycelien; daher erwies ſich die Hoffnung auf Beobachtung der erſten Anlage in Objectträger-Culturen von vorne herein als ausſichtslos. Die Orte jedoch, wo ſich die Perithecien bei den Maſſenculturen entwickelten, d. h. die Oberfläche faulender Kartoffeln, erweiſen ſich ſehr ungeeignet für das Auffinden der jüngſten Zuſtände und erſchwerten durch das maſſenhafte Vorhandenſein von Myceliumfäden und Bacterien die ſichere Deutung dieſer Zuſtände in hohem Maſse. Was ermittelt werden konnte, beſchränkt ſich auf Folgendes. Die erſte Anlage eines Peritheciums dürfte vielleicht in der abgeplattet-ſphäroidalen Anſchwellung kurzer Myceliumäſte zu ſuchen ſein (Fig. 8 auf Taf. II), welche man an Stellen, wo viele Perithecien ſich finden, beobachtet. Die jüngſte, ſicher erkannte Perithecium-Anlage wurde in Fig. 9 Taf. II gezeichnet. Hier iſt ein kleiner rundlicher Körper von mehren kurzen Hyphenäſten umwachſen, die wohl zweifellos an ſeiner Baſis entſprungen ſind; im Innenkörper *ſchienen* einige Theilungen vorhanden zu ſein, ihre Lage war jedoch nicht mit Sicherheit zu er-

mitteln. Deutlich dagegen war die Situation in der folgenden Entwicklungsſtufe zu erkennen. (Taf. II, Fig. 10). Hier hatte der Innenkörper durch zahlreiche Theilungen ſich in ein kleinzelliges Parenchym umgewandelt, und ebenſo hatten die ihn umziehenden Hyphenäſte zu einer geſchloſſenen, pſeudoparenchymatiſchen, einſchichtigen Hülle ſich entwickelt; die ganze Anlage ſaſs einem einzigen Myceliumaſte auf, und hatte 20 Mik. im Durchmeſſer. Noch ältere Stadien zeigen auf Durchſchnitten die ein bis zwei Schichten ſtarke Hülle mit dickeren Zellwänden ausgeſtattet und hier und da nach Aufsen Fäden entſendend, während der Kern ein nach Innen immer zartwandiger werdendes Parenchym darſtellt (Taf. II, Fig. 11). Alle Zellen ſind hier mit einem grobkörnigen Plasma angefüllt. Nur ſelten läſst ſich aber ein ununterbrochener Zuſammenhang der Zellwände dieſes Gewebes über die ganze Fläche des Schnittes nachweiſen, im Centrum ſcheinen bereits auf dieſer Entwicklungsſtufe die Wände zu Gallerte aufgequollen und ſomit verſchwunden zu ſein. Halberwachſene Fruchtkörper, wo die äuſsere Lage der Hülle bereits anhebt ſich zu färben, die aber noch kugelrund ſind, beſitzen in der Mitte einen mit körniger Maſſe erfüllten Hohlraum, das parenchymatiſche Gewebe erſtreckt ſich höchſtens bis zur Mitte des Radius, von Aufsen gerechnet. Auch zu der Zeit, wo die meiſten Sporen in den aus der inneren Wandſchicht des unteren Peritheciums hervorgeſproſsten Schläuchen ſich bilden, ſind an der Seitenwandung noch einige der Parenchymſchichten des Kerns vorhanden, die man in älteren Perithecien, welche die Sporen bereits entleert haben, nicht mehr findet.

Die Zahl der in einem Ascus auftretenden Sporen iſt eine wechſelnde, es wurden 4 bis 8 beobachtet; dieſelben liegen nicht alle in einer Reihe, bei der Entſtehung ſind ſie einzellig, ſpäter zweizellig; (Taf. II, Fig. 6). Einzelne Individuen bleiben auch zur Zeit der Reife einzellig. Bei der Reife iſt ihre Form mehr oder weniger unſymmetriſch, indem die Längsaxe keine gerade Linie bildet (Taf. 2, Fig. 7).

Die Schlauchſporen beſitzen ein rauhes, warziges Epiſporium und zeigen Oeltröpfchen im Innern. Ihr Längsdurchmeſſer beträgt 13 bis

16, ihr Querdurchmeſſer 7—8 Mik. Sie keimen ſehr raſch ſowohl in Kartoffeln- als auch in Pferdemiſt-Decoct; aus einer Spore wurden bis zu vier Keimſchläuche hervorwachſen geſehen, deren Austrittsſtelle in der Regel ſeitlich liegt, wobei das Epiſporium mit einem kleinen, ſchwer ſichtbaren Spalte aufreißt (Taf. II, Fig. 12). Bei einer einzelligen Spore lagen die Austrittſtellen zweier Keimſchläuche in der Mittellinie, wo ſonſt die Querwand auftritt, an zwei diametral entgegengeſetzten Punkten.

Bei Objectträger-Culturen einzelner Schlauchſporen ſehen wir an den aus denſelben hervorwachſenden Hyphen ſowohl die oben beſchriebenen Micro- wie Macroconidien entſtehen (Taf. II, Fig. 13, 14, in letzterer Figur bei a die Schlauchſpore), der ſtrengſte Beweis für die Zuſammengehörigkeit dieſer Perithecien mit den früher Fusisporium Solani genannten Conidienträgern.

Weitere Fruchtformen wurden an Hypomyces Solani nicht beobachtet; ob das Oidium violaceum von HARTING wirklich hierher gehört, iſt uns zweifelhaft geblieben.

II. Nectria Solani. Syn.: Spicaria Solani.

(Hierzu Tafel III.)

Unter den Pilzen, welchen die Zerſtörung abgeſtorbener Kartoffelknollen zufällt, iſt neben Hypomyces Solani die Nectria Solani der häufigſte.

Wie ſchon DE BARY*) nachgewieſen hat, iſt auch Nectria Solani ein ächter Saprophyt, d. h. ſie vermag keine lebende Kartoffelknolle zu inficiren, zu tödten, ſondern erſt die eingetretene Zerſetzung liefert ihr den günſtigen Nährboden. Macht man Einſchnitte in Knollen oder unterirdiſche Stengeltheile der Kartoffelpflanze, und bringt in dieſe Wunden Conidien von Nectria Solani, ſo vermögen dieſelben wohl in den direct verletzten Zellen zu keimen, allein die daran gränzende

*) Die gegenwärtig herrſchende Kartoffelkrankheit etc. S. 43.

Gewebeſchicht wandelt ſich durch Zelltheilung, deren Wände der Schnittfläche parallel ſtehen, in eine Korkplatte um, welche für die übrigen Theile der Pflanze eine abſolut ſichere Schutzmauer darbietet, ebenſo wie die äuſsere Korkſchale der Knolle.

Von Nectria Solani wurden zwei Hauptformen der Fructification beobachtet: Conidien und Perithecien mit Schlauchſporen.

Die *Conidien* beſitzen eine eiförmige Geſtalt, ſie ſind von einer dünnen Membran bekleidet und zeigen in einem feinkörnigen Plasma eine gröſsere Vacuole; ihre Länge beträgt 4 bis 5, ihre Breite ca. 3 Mik. (Taf. III, Fig. 1, 2). Auſser dieſer typiſchen Form findet man an einzelnen Individuen Conidien, welche ſchmaler und beträchtlich länger ſind als die gewöhnlichen, auch zeigen dieſelben in der Regel zwei Vacuolen (Taf. III, Fig. 3). Da aber die kürzeſten dieſer langen Conidien kaum noch länger ſind, als die längſten der gewöhnlichen Conidien, ſo haben wir es wohl nur mit einer Variation zu thun, und dürfte kein Grund vorhanden ſein, zwei typiſche Sporen-Formen, etwa Macro- und Microconidien, zu unterſcheiden.

Die Conidien keimen ſowohl in Pflaumen- wie in Pferdemiſt- und Kartoffel-Decoct; in den Decoct-Tropfen eines Objectträgers waren friſche Stärkekörner gelegt worden, die aber von dem reichlich umherwuchernden Mycelium nicht angegriffen wurden, ein weiteres Symptom der ſaprophytiſchen Natur des Pilzes. Die Conidien keimen ebenfalls im Waſſer, in welches einige Stärkekörner hineingebracht waren. In reinem Waſſer keimen dagegen nur ſehr wenige Conidien, indem ſie ähnliche kurze, dünne Keimſchläuche bilden, wie HOFFMANN für Acrostalagmus in Bot. Zeitg. 1854. Taf. VIII abgebildet hat.

Vor dem Beginn der Keimung ſchwellen die Conidien beträchtlich auf, indem beſonders der Breitendurchmeſſer ungefähr um das doppelte wächſt, wodurch die gequollenen Conidie faſt Kugelform annimmt und verlängern ſich dann auf der einen Seite zu einem Keimſchlauche; (Taf. III, Fig. 4); ſpäter können dann auch noch aus einer oder zwei anderen Stellen der Conidie Keimſchläuche hervorbrechen, welche durch Theilung einer Scheitelzelle ſich ſeptiren und

zu einem reichverzweigten Mycelium heranwachſen, an deſſen Fäden ſpäter auch ausnahmsweiſe einzelne intercalare Theilungen vorkommen können. (Taf. III, Fig. 5). Das feinkörnige Plasma einer Fadenzelle umſchlieſst eine groſse, oder mehre, in einer Reihe gelegene, kleinere Vacuolen. Aus jeder Mycelium-Zelle können mehre Aeſte entſpringen, und zwar ziemlich regellos, nur im Allgemeinen acropetal; auch treten verſchiedene Myceliumfäden durch Quercommiſſuren hier und da in Verbindung. Das in abgeſtorbenen Kartoffelknollen vegetirende Mycelium vermag die Zellwände der Gewebe zu durchbohren.

Die Conidienträger ſind borſtenförmige, meiſtens ſteif aufrechte Aeſte des Myceliums, welche an Dicke das letztere erheblich übertreffen. Sie entſtehen als Ausſtülpung einer Gliederzelle des Myceliums, welche ſich dann durch eine Querwand von ihrer Mutterzelle trennt (Taf. III, Fig. 6); die Entfernung der erſten Querwand des Conidienträgers vom horizontalen Mycelien-Faden iſt eine ſehr verſchiedene. Wir haben ſomit eine einzellige Anlage eines Conidienträgers; in der Regel verhält ſich dieſelbe als Scheitelzelle und erzeugt durch Quertheilung einen aufrechten Zellfaden (Taf. III, Fig. 7). Darauf nimmt die Scheitelzelle des Trägers plötzlich eine von der bisherigen abweichende Form an, indem ſie ſich nach vorne auffallend zuſpitzt, am unteren Theile aber leicht flaſchenförmig anſchwillt. Dieſes Ausſehen kennzeichnet die bisherige Scheitelzelle als nunmehriges Sterigma, d. h. ſie hat die Fähigkeit erlangt, ihre Spitze zu einem kleinen, ovalen Knöpfchen auffchwellen zu laſſen und dies Knöpfchen als Conidie abzugliedern, ein Proceſs, der ſich in raſcher Folge wiederholt, ſo daſs binnen kurzer Zeit ein Sterigma zahlreiche Conidien abzuſchnüren vermag.

Gleichzeitig damit beginnt dann auch die Verzweigung des Conidienträgers, und zwar wie bei Hypomyces Solani nach racemiſch-cymöſem Schema, indem auf beiden Seiten neben dem Terminalſterigma ein bis drei ſeitliche Sterigmen nacheinander hervorwachſen. (Taf. III, Fig 7). Dieſe ſeitlichen Sterigmen entſtehen als Ausſtülpungen aus dem oberſten Theile derjenigen Gliederzellen des Conidien-

trägers, welche zunächſt unter dem Terminal-Sterigma ſteht; die ſeitlichen Sterigmen gliedern ihre Conidien ganz wie dieſes letztere ab.

Allein damit iſt das Wachsthum der Conidienträger noch nicht abgeſchloſſen. Zunächſt theilt das Terminal-Sterigma, darauf die ſeitlichen Sterigmen ſich durch Querwände in eine Sterigma- (Scheitel-) Zelle und eine Gliederzelle, und aus dem oberſten Stück der unter dem Sterigma ſtehenden Gliederzellen wachſen neue Seiten-Sterigmen hervor, ſo daſs nunmehr ein ſolcher Conidienträger bereits eine gröſsere Anzahl ſporenbildende Sterigmen beſitzt (Taf. III, Fig. 9). Dieſe Zweigbildung ſetzt ſich fort, dabei ſtehen die Aeſte keineswegs immer in einer Ebene, wie es der Ueberſichtlichkeit wegen in Figur 9 dargeſtellt wurde, ſondern es entſteht, da die Spitzen der Sterigmen ziemlich gleich hoch liegen, ein cymöſer Ebenſtrauſs. Die Aeſte des Conidienträgers legen ſich gewöhnlich dicht an einander an, nur die zuerſt auftretenden ſtehen häufig weit ab und entwickeln ſpäter auch ihre beſondere Sporenkugel. Dieſe Aeſte ſtehen auch meiſt einzeln an den Zellen, ſeltener zu zweien oder dreien.

Einzelne Conidienträger können übrigens auch ganz einfach bleiben; entwickeln ſie ſich in einer Nährlöſung, ſo unterſcheiden ſie ſich im Habitus kaum von den ſterilen Aeſten des Myceliums (Taf. III, Fig. 3).

Wie ſchon DE BARY beobachtet hat, ſondern die jungen Conidien an ihrer Oberfläche eine klebrige Subſtanz aus, durch welche ſie aneinander haften, (Fig. 7) wenn ein Sterigma ſucceſſive mehre Conidien erzeugt. Dieſe aneinander hängenden Conidien ordnen ſich zu einer kleinen Kugel; ſtehen die Spitzen der Sterigmen eines verzweigten Conidienträgers dicht bei einander, wie es im Allgemeinen die Regel iſt, ſo bildet ſich gewöhnlich zuerſt über jedem Sterigma eine kleine Sporenkugel, ſpäter verſchmelzen dieſe bei der Berührung mit einander, und es entſteht ſo eine gröſsere Sporenkugel über der ganzen Cyma. Man findet die ſchönſten ſolcher Kugeln (Taf. III, Fig. 9), wenn bei Objectträger-Culturen die Conidienträger in den feuchten Raum der Glas-Zelle hineinwachſen. Die Anziehungs-

kräfte, welche die genau ſphäriſche Begrenzung der Sporenhaufen veranlaſſen, ſind wohl dieſelben Molekularkräfte, unter deren Einfluſs alle tropfbaren und zähflüſſigen Körper die Kugelform annehmen, denn wir müſſen uns vorſtellen, daſs die Sporenkugeln aus einer etwas zähflüſſigen Grundmaſſe beſtehen, in der die Sporen ziemlich dicht gedrängt liegen. Die Grundmaſſe beſteht aus dem Waſſer, welches ſich in dem feuchten Raum an den Sporen niedergeſchlagen hat, in dieſem hat ſich die die Conidien umgebende, gummiartige Subſtanz vertheilt. Daſs die Sporen nicht etwa auf der Oberfläche eines von einer zähen Flüſſigkeitsſchicht bedeckten Luftbläschens adhäriren, dürfte aus dem Verſuche hervorgehen, daſs, wenn man einen ſolchen Conidienträger an der Luft austrocknet, eine Sporenkugel nur ganz wenig ſchrumpft. Auch die ungeheure Menge von Conidien, in welche eine Sporenkugel, wie die in Fig. 9 gezeichnete, ſich auflöſt, wenn man ſie in einen flachen Waſſertropfen bringt, läſst nicht wohl die Vorſtellung einer Hohlkugel zu.

Die langen Conidienträger mit langem Stützfaden oder Podium (Fig. 7) entwickeln ſich hauptſächlich aus Mycelium, welches in einer Flüſſigkeit vegetirt und ragen als ſchneeweiſser Schimmel in die Luft empor. Auch die Oberfläche faulender Kartoffeln iſt, wenn ſie etwas feucht liegen, oft dicht mit ihnen beſäet. In jenen dichten, warzenförmigen Raſen jedoch, welche die Schale faulender Kartoffeln durchbrechen, ſind die Stützfäden der Conidienträger meiſt ſehr verkürzt (Taf. III, Fig. 8). Indem ein Träger dicht über dem Myceliumfaden ſich abgliedert, kann gleich die erſte oder zweite Zelle zum Sterigma werden. Die Verzweigung eines ſolchen Conidienträgers beginnt dann ſchon dicht über ſeiner Baſis (Fig. 8 a b) und da dieſelben, entſprechend den verzweigten Conidienträgern von Hypomyces Solani, ebenfalls meiſt in gröſserer Anzahl dicht neben einander aus einem oder mehren kriechenden Zellfäden hervorwachſen, ſo entſtehen jene dichten, polſterförmigen Raſen, die ſich mit einer dicken Kruſte von Conidien bedecken.

Auſser dieſen Raſen beobachtet man auch Coremium-Bildung,

indem längere verzweigte Myceliumfäden bei paralleler Wachsthumsrichtung mit einander in lockere oder dichtere Verbindung treten. Ob dieſelben urſprünglich einem Individuum angehörten, alſo aus *einer* Conidie hervorgingen, iſt nicht zu ermitteln, aber auch kaum von Belang. Dieſe Coremien ſpitzen ſich nach vorne kegelförmig zu und ihre oberſten Aeſte produciren Conidien; an der Baſis können ſie aus nur wenigen Fäden beſtehen.

Neben den Conidienträgern gelangten auch die *Perithecien**) von Nectria Solani zur Beobachtung.

Dieſe Perithecien ſtehen in gröſserer Zahl beiſammen und entſpringen der Oberfläche eines gemeinſamen, fleiſchigen Stroma (Taf. III, Fig. 10). Solche Perithecien tragende Stromata durchbrechen in groſser Menge die Schale naſsfauler Kartoffeln, welche vom Mycelium dieſer Nectria durchwuchert werden.

Die Farbe der Perithecien iſt für gewöhnlich blaſs- ockerfarbig, ſelbſt faſt weiſs; doch wurden auch ganze, lebhaft orangerothe Gruppen beobachtet, welche dennoch der gleichen Pilzſpecies angehörten, wie die aus den gekeimten Schlauchſporen ſich entwickelnden Individuen bei der Bildung der Conidienträger bewieſen.

Das Stroma beſteht im nicht vollkommen entwickelten Zuſtande aus verflochtenen Hyphen, welche im unteren Theil vorwiegend ſenkrecht gegen die Oberfläche der Kartoffel verlaufen, die aber oft von einzelnen oder Bündeln ſchräg verlaufender Fäden durchſetzt werden. Die Hyphen beſitzen die gewöhnliche Dicke des Nectria-Mycels, ſind ſeptirt und laſſen gröſsere Lufträume zwiſchen ſich. Später wachſen die einzelnen Gliederzellen bedeutend in die Dicke, und es entſteht dadurch ein pſeudoparenchymatiſches Gewebe ohne Lufträume, wie es für Sclerotien bekannt iſt. In den erwachſenen Stromata ſind die Zellen mit groſsen, farbloſen Oeltropfen erfüllt. Eine deutlich abgeſetzte Rindenſchicht iſt nicht vorhanden, einige der äuſseren Zelllagen ſind kaum etwas dunkler gefärbt.

---

*) Dieſelben wurden, wie es ſcheint, gleichzeitig mit uns von Zopf aufgefunden; in der Veröffentlichung der Thatſache gebührt dieſem Beobachter die Priorität.

Die freie Oberfläche der Stromata ift mannigfach ausgebuchtet (Taf. III, Fig. 10). In der Jugend ift fie mehr oder weniger von fterilen unverzweigten Mycelfäden, welche radial ausftrahlen, bedeckt. Die Entftehung des Stroma aus den Hyphen des Myceliums wurde nicht beobachtet, doch unterliegt es wohl kaum einem Zweifel, dafs diefer Procefs ebenfo verläuft, wie die Bildung eines Sclerotiums bei anderen Pilzen; morphologifch dürften Sclerotium und Stroma ja auch gleichwerthig fein.

Die Perithecien entwickeln fich als kleine, halbkugelförmige Anfchwellungen auf der oberen Seite des Stroma (Fig. 10). In diefem Zuftande beftehen fie aus einem gleichmäfsig pfeudoparenchymatifchen Gewebe; dann tritt im Innern, wie es fcheint durch Verflüffigung und Auflöfung des inneren Gewebes, ein Hohlraum ein, welcher fpäter als Canal die etwas warzenförmig aufgetriebene Spitze des Perithecium durchfetzt. Die Peritheciumwand befteht aus mehreren Zelllagen. Die Zellen der äufseren Lagen find gröfser als die der inneren, polyedrifch mit dünner Wand und entweder farblos oder fchwach orange gefärbt. Sie enthalten wie die Zellen des Stroma meift einen grofsen, farblofen Oeltropfen. Die äufseren Zelllagen gehen allmählich in die inneren über, welche bedeutend kleiner und in der Richtung des Radius ftark zufammengedrückt find. Ihr Inhalt ift klar ohne jenen grofsen Oeltropfen.

Aus der Bafis des Perithecium wachfen Schläuche in diefen Hohlraum hinein, zunächft von grobkörnigem Plasma erfüllt (Taf. III, Fig. 11).

In den Schläuchen bilden fich 8 Sporen, bald in einer Reihe, bald mehre neben einander liegend, wodurch der Schlauch keulenförmig aufgetrieben wird (Taf. III, Fig. 12 a b). Die Sporen find farblos, zweizellig, an der Querwand eingefchnürt und faft fymmetrifch, ihr Epifporium ift in der Regel etwas warzig, mitunter ganz glatt; die Länge der Sporen beträgt 8—14, ihre Breite 4—6 Mik. (Taf. III, Fig. 13).

Bei der Keimung entwickeln fich aus jeder Spore, welche dabei

ſtark anſchwillt, 2 bis 4 Keimſchläuche, deren Austrittſtellen an den Spitzen oder ſeitlich liegen können (Fig. 14, 15).

An dem, aus den keimenden Schlauchſporen hervorgewachſenen Mycelium entſtehen die oben erwähnten Conidienträger, welche bisher als Spicaria Solani bezeichnet wurden; zuweilen ſieht man einen Conidienträger direct aus der Schlauchſpore ſich erheben (Taf. III, Fig. 16).

III. Chaetomium bostrychodes und crispatum.

(Hierzu Tafel IV.)

Unter den Pilzen, welche auf faulenden Kartoffeln ſich zeigten und deren Mycelium die Zerſtörung derſelben herbeiführte, fanden ſich ſehr häufig auch Chaetomien; eine kleinere Art faſt allgemein, wahrſcheinlich Ch. bostrychodes von ZOPF, eine gröſsere Art ſeltener, letztere iſt jedenfalls das Ch. crispatum von FUCKEL. Die Mycelien dieſer Pilze durchwuchern das Innere abgeſtorbener Kartoffelknollen in gleicher Weiſe, wie diejenigen von Verticillium cinnabarium, Nectria und Hypomyces Solani, es ſind feine, farbloſe Fäden, welche die Zellwände durchbrechen, daher ſie auch im ſterilen Zuſtande von Nectria und Hypomyces ſich nicht unterſcheiden laſſen und man die kleinen Conidienträger leicht überſieht. Erſt durch die höchſt auffallenden, auf der Oberfläche fauler Kartoffeln ſich bildenden Perithecien wird man auf das Vorhandenſein des Pilzes aufmerkſam gemacht.

Das Verhalten des Myceliums iſt übrigens auch in ſo fern ein beachtenswerthes, als kleine Seitenäſte deſſelben ſich in die noch geſunden Stärkekörner hineinbohren, um hier gelappte und verzweigte Hauſtorien zu bilden, welche das Stärkekorn nach und nach aufzehren. Es wurde dies Verhalten ganz direct beobachtet, indem in Waſſertropfen auf Objectträgern, welche eine Anzahl geſunder Stärkekörner enthielten, Schlauchſporen von beiden Chaetomien ausgeſäet wurden. Dieſelben keimten, und wir ſahen Mycelium-Aeſte derſelben in die

Stärkekörner eindringen und im Innern derſelben zu Hauſtorien aufſchwellen. Nach kurzer Zeit waren die meiſten Stärkekörner dieſer Culturen von Innen her aufgelöſt, und es blieb ein Knäuel verſchlungener Pilzfäden zurück.

Es war unſere Abſicht, gerade die Entwicklungsgeſchichte von Chaetomium einem eingehenderen Studium zu unterwerfen, es waren auch bereits zahlreiche Thatſachen beobachtet und eine Anzahl von Zeichnungen ausgeführt, als die vorläufige Mittheilung von W. Zopf*) über dieſe Pilzgattung erſchien. Aus dieſer Mittheilung geht hervor, daſs wir von Zopf eine umfassendere, entwicklungs-geſchichtliche Arbeit über Chaetomium zu erwarten haben, und ſchien es uns daher überflüſſig, den gleichen Gegenſtand noch weiter zu verfolgen. Wir beſchränken uns daher im Folgenden auf eine Mittheilung der wichtigeren unter den beobachteten Bruchſtücken und auf eine Publication der bereits angefertigten Zeichnungen, weil dieſelben immerhin einen nicht unbeträchtlichen Aufwand an Arbeitskraft repräſentiren.

Die Conidienträger wurden genauer nur von Ch. crispatum unterſucht (Taf. IV, Fig. 8); diejenigen von Ch. bostrychodes verhalten ſich denſelben jedoch ganz ähnlich. Dieſelben beſitzen einen ähnlichen Aufbau wie die von Nectria Solani. Ein kurzer Seitenaſt aus einer Myceliumzelle ſpitzt nach vorne ſich zu, unter leicht flaſchenförmiger Anſchwellung des baſalen Theiles und gliedert durch eine Querwand vom Mutterfaden ſich ab. Dieſe flaſchenförmige Zelle iſt ein Sterigma, welches an ſeiner Spitze Conidien abgliedert (Taf. IV, Fig. 8 a b). Dieſe Conidien hängen durch Ausſonderung einer klebrigen Maſſe entweder in Köpfchen, wie bei Verticillium und Nectria Solani, oder häufiger in Reihen zuſammen. Wurde zuerſt ein Köpfchen gebildet und ordneten die Conidien erſt ſpäter ſich in eine Reihe, ſo kommen Anſichten zu Stande, wie in Fig. 8 b d). Darauf theilt ſich das Sterigma durch eine Querwand in ein neues Sterigma und eine Gliederzelle; aus dem oberen Ende der letzteren wächſt erſt ein (Fig. 8 c)

*) Sitzungsber. des botan. Ver. d. Prov. Brandb. v. 27. Juli 1878.

und dann ein zweites (Fig. 8 d) ſeitenſtändiges Sterigma hervor, ſo daſs wir auch hier wieder zum Schema der unbegrenzten Cyma gelangen. Dieſe Conidienträger beobachteten wir an Hyphen, die in Objectträger-Culturen aus Schlauchſporen von Ch. crispatum hervorgewachſen waren.

Die Conidien ſind kleine, ovale Zellen mit farbloſem Inhalt, meiſt mit einem ſtark lichtbrechenden Körnchen von ungefähr 2 Mik. Länge und 1 Mik. Breite. Keimung wurde an denſelben nicht beobachtet, was mit den Angaben von ZOPF übereinſtimmt. Eine Beſchreibung der Conidien und Conidienträger hat ZOPF bisher nicht veröffentlicht.

Die zweite Fruchtform von Chaetomium, die *Perithecien*, ſind ausgezeichnet durch ihre Bekleidung mit langen, dunkelfarbigen Haaren, ſo daſs ſie bereits dem unbewaffneten Auge höchſt auffallend erſcheinen. Die beiden, auf Kartoffeln beobachteten Arten beſitzen zweierlei derartige Haare, gerade und ſpiralig gedrehte, welche über dem Scheitel des Peritheciums einen dichten, lockenförmigen Schopf zuſammenſetzen.

Die Perithecien von Ch. crispatum ſind nahezu kugelrund, ſie halten ungefähr 0,5 *mm* im Querdurchmeſſer. Die Peritheciumwand beſteht aus einem zarten, dunkelbraunen Pſeudoparenchym, welches im trockenen Zuſtande überaus zerbrechlich iſt. Von der Oberfläche des Peritheciums entſpringen nach allen Richtungen braune, gerade oder geſchlängelte, gegliederte Haare von beträchtlicher Länge.

Zwiſchen dieſen geraden Haaren ſtehen dann die ſpiraligen in ähnlicher Anordnung, wie ſie für Ch. bostrychodes in Fig. 9 der Tafel zur Darſtellung gebracht worden ſind. Die Art der Windung iſt jedoch für Ch. crispatum (Taf. IV, Fig. 1) eine andere, als für Ch. bostrychodes (Taf. IV, Fig, 10), indem bei erſterer Art ſich abwechſelnd eine weite und eine ſehr enge Schleife bildet. Die Dicke der gewundenen Fäden von Ch. crispatum, die an der Oberfläche mit kleinen ſpitzen Warzen bedeckt ſind, beträgt ungefähr 10 Mik.

Aus der Baſis des Peritheciums ragt in den inneren Hohlraum deſſelben hinein eine Gruppe von langgeſtielten Schläuchen, deren

jeder im entwickelten Zuſtande 8 in einer Reihe gelegene Sporen einſchlieſst. Die Länge der ganzen Schläuche beträgt im Durchſchnitt 110 Mik., die des Sporen enthaltendes Theiles 70 bis 80 Mik.; die Wand der Schläuche iſt äuſserſt zart und zerfällt bei der Reife der Perithecien, welche dann von einem lockeren Sporenpulver angefüllt ſind. Die Schlauchſporen ſind oval, einzellig, beiderſeits leicht zugeſpitzt, 10 bis 12 Mik. lang, 7 bis 9 Mik. breit. Das Epiſporium iſt glatt, von hellbrauner Farbe.

In einem Waſſertropfen gelangten die Sporen nicht zur Keimung, dagegen leicht auf benetzten Kartoffelſchnitten, die Keimpflanzen gediehen auch gut in verdünntem Pferdemiſt-Decoct. Bei der Keimung tritt das Endoſporium an einer der Spitzen der Spore hervor und bildet hier in der Regel ein kugliges Bläschen von dem Durchmeſſer der Schlauchſpore (Taf. IV, Fig. 4), aus welchem dann zahlreiche, ſtark verzweigte und ſeptirte Myceliumfäden entſtehen (Taf. IV, Fig. 5 und 6); mitunter können die Fäden auch direct aus der Spore hervorwachſen. Die Dicke der ſtärkeren Fäden beträgt 3 bis 4 Mik., dieſelben können, wie ſchon hervorgehoben, in das Innere geſunder Stärkekörner eindringen und dieſe letzteren nach allen Richtungen durchbohren.

Am Mycelium entwickeln ſich Conidienträger oder Perithecien.

Ch. bostrychodes iſt in allen Stücken kleiner.

Die Perithecien ſind kugelig oder leicht ellipſoidiſch, ihre ganze Oberfläche iſt bedeckt mit geraden, gegliederten Haaren, die zur Zeit der Fruchtreife meiſt abgebrochen ſind, und den Scheitel krönt ein dichter Schopf ſehr zierlicher, unregelmäſſig korkzieherförmig gewundener Haare (Taf. IV, Fig. 9). Ein einzelnes dieſer gegliederten, rauhen Haare (Fig. 10) miſst 5 bis 6 Mik. in die Dicke. Der Durchmeſſer der ganzen Perithecien beträgt 180 bis 250 Mik.

Die Länge der Schläuche miſst ungefähr 70 Mik., die des Sporen enthaltenden Stückes 40 bis 50 Mik. Die Sporen ſind in einer Reihe angeordnet (Fig. 11), ſie ſind oval, beiderſeits zugeſpitzt, 6 bis 8 Mik. lang, 4 bis 5 Mik. breit, anfangs farblos, ſpäter braun (Fig. 12). Bei

der Keimung tritt das Endoſporium auch hier aus der einen zugeſpitzten Seite der Spore in Geſtalt eines Bläschens hervor, um dann nach zwei oder mehr Richtungen ſich zu Keimſchläuchen zu ſtrecken. An den Fäden des Myceliums, die aus verſchiedenen Sporen einer Ausſaat hervorgegangen waren, kommen die mannichfachſten Anaſtomoſen und Verſchmelzungen vor (Fig 15). In der angewandten Nährlöſung (vesdünnter Pferdemiſtdecoct mit eingeſtreuten Stärkekörnern) bildeten ſich häufig am Mycelium eigenthümlich geſtaltete Aeſte aus mit etwas angeſchwollenen Zellen und ſtärker lichtbrechendem, aber mehrere Vacuolen einſchlieſsenden Plasma (Fig. 16 a b). Dieſe Aeſte, wie auch ganze, ältere Myceliumfäden, die durch intercalare Theilung ſehr kurzzellig wurden und das gleiche Ausſehen des Zelleninhalts zeigen, zerfallen häufig in ihre einzelnen Gliederzellen; beſonders in concentrirterer Nährlöſung iſt dies der Fall (Fig. 17). In verdünnter Löſung iſt auch das Wachsthum ein raſcheres. Die Stärkekörner werden in der gleichen Weiſe angegriffen, wie durch Chaet crispatum.

In den Objectträger-Culturen wurde keine Bildung von Conidienträgern beobachtet; wohl aber entſtanden am Mycelium Perithecien. Die erſten Anlagen derſelben waren ſehr klein und überaus durchſichtig, es war nur mit Mühe zu erkennen, daſs dieſe jüngſten Anlagen beſtanden aus einer Gruppe ſehr kleiner kurzer Aeſte an einem dickeren Myceliumfaden, die gleich von vorne herein auf das engſte mit einander verwachſen waren. In einzelnen dieſer Anlagen wurde deutlich ein etwas dickerer, etwa zwei Schraubenwindungen zeigender Aſt geſehen, um welchen die übrigen ſich zu einer Hülle verflochten. Nach Zopf iſt jedoch ein ſolcher Schraubenaſt keineswegs conſtant für Chaetomium. In dem kleinen, kugeligen Knäuel, welches das Perithecium nun darſtellt, ſind die peripheren Fäden zu einer pſeudoparenchymatiſchen Wand verbunden, welche demnächſt anfängt, ſich leicht zu bräunen, und aus einzelnen Flächenzellen lange, gerade, gegliederte, bräunliche, an der Spitze farbloſe Haare entſendet (Fig. 18). Darauf vergröſsert ſich die Anlage und ſchlieſslich bricht, wenn das Perithecium 60 bis 70 Mik. im Durchmeſſer hält, aus dem Scheitel

deſſelben ein dichter Büſchel von braunen Haaren hervor, die anfangs gerade ſind und erſt ſpäter ſich korkzieherförmig krümmen (Fig. 9).

Für die beiden beſprochenen Arten von Chaetomium mag noch erwähnt ſein, daſs, wenn die Sporen auf der Schnittfläche einer geſunden Kartoffel ausgeſät und gekeimt waren, die Kartoffel durch Bildung einer Korkplatte ſich in gleicher Weiſe dagegen zu ſchützen vermag, wie gegen Nectria und Hypomyces Solani; auf ſolchen Schnitten geſunder Kartoffeln vegetirt das Mycelium von Chaetomium immer nur oberflächlich.

IV. Stysanus Stemonitis und St. capitatus.

(Hierzu Tafel V und VI.)

An alten, in Verwitterung begriffenen Schnittflächen von Kartoffelknollen, ſowie an der Oberfläche faulender Stengel und Knollen fanden ſich im Laufe des letzten Jahres häufig zwei Arten der Gattung Stysanus, von welchen die eine, weil keine der in der einſchlägigen Literatur vorhandenen Abbildungen und Diagnoſen darauf paſſen wollte, den Namen St. capitatus führen mag. Von St. Stemonitis wenigſtens iſt es nun bekannt, daſs derſelbe keineswegs an abgeſtorbene Reſte der Kartoffelpflanze als Subſtrat gebunden iſt, ſondern ſehr verbreitet auf altem Holze, Miſt und allen möglichen Subſtanzen ſich findet, ja es iſt kaum wahrſcheinlich, daſs dieſen Pilzen ein hervorragender Antheil an der Zerſetzung abgeſtorbener Kartoffeln zufällt, ſondern ihr Vorkommen daſelbſt iſt wie das ſo vieler anderer Pilze (vgl. S. 11) nur ein gelegentliches, indem dieſe Saprophyten auch der Kartoffel die nöthigen Nährſtoffe zu entziehen vermögen.

Der Grund, weshalb in dieſer Abhandlung die Stysanus-Arten in den Bereich genauerer Betrachtung gezogen wurden, beruht deswegen auch nur auf dem hervorragenden morphologiſchen Intereſse, welches an dieſe Pilze ſich knüpft.

Von dem Stysanus Stemonitis bemerkt man mit unbewaffnetem Auge feine hell-grünlich- oder ſchwärzlich-grauen Fruchtkörper, ein bis wenige Millimeter hoch. Dieſe Fruchtkörper zerfallen in den Stiel und das etwas keulenförmig ſich erweiternde, nach vorn jedoch wieder zugeſpitzte Hymenium (Taf. V, Fig. 1). An ſeiner Baſis löſt der Stiel ſich auf in zahlreiche, gegliederte, Wurzelhaar-ähnliche Hyphen, die am Subſtrate haften; die eigentlich Maſſe des Stieles beſteht aus gegliederten, parallel laufenden oder gelegentlich ſich ſchlängelnden, hier und da verzweigten Hyphen von 3 bis 4 Mik. Dicke, welche der Länge nach mit einander zu einem feſten Bündel verwachſen ſind. (Fig. 2, welche einen zwerghaft kleinen und daher ſehr einfach gebauten Fruchtkörper darſtellt).

Wo das Hymenium beginnt, zweigen Aeſte dieſer Hyphen nach allen Seiten ſich büſchelförmig ab, um von ihren Endgliedern reihenförmig zuſammenhängende, ovale Sporen abzuſchnüren, welche als *Microconidien* bezeichnet werden mögen (Fig. 3); dieſelben meſſen in die Länge etwa 7, in die Breite 4 Mik., ſie ſind farblos oder ſchwach gebräunt und von einer ziemlich zarten Zellhaut bekleidet.

Die Keimung der Microconidien und die Entwicklung des Myceliums iſt leicht ſowohl in Pferdemiſt- wie in Pflaumendecoct zu beobachten; in der Regel entſteht zuerſt nur ein Keimſchlauch, ſpäter auch mehre aus einer Conidie (Fig. 4), welche ſich ſeptiren und lebhaft in ſeitlicher Verzweigung veräſteln (Fig. 5).

Verwendet man Pflaumen-Decoct als Nährlöſung, ſo ſchwellen zahlreiche Gliederzellen eines gröſseren, aber aus einer Conidie hervorgewachſenen Myceliums kugelförmig auf und werden zu Blaſen, deren Inhalt ſpäter eine bräunliche Färbung annimmt (Fig. 6). Manche Fäden theilen ſich dann in ſehr kurze, torulaförmig ſich rundende Gliederzellen, in welche ſie ſchlieſslich zerfallen können (Fig. 6a). Viele Fäden treten auch durch Querkommiſſuren mit einander in Verbindung.

Am Mycelium entſtehen nun, beſonders ſchön in Pferdemiſt-Decoct, aus einzelnen Hyphen als Seitenäſte kleine, einfache Conidien-

träger, welche ebenfalls Microconidien erzeugen (Taf. V, Fig. 7). Ein ſolcher Conidienträger iſt im Anfang eine einfache, ſeitliche Ausſtülpung eines Myceliumfadens, die als Sterigma an ihrem Scheitel ſucceſſive eine Reihe von Conidien abzugliedern vermag (Fig. 7a), welche durch eine klebrige Subſtanz an einander haften bleiben. Später kann dann dies Sterigma durch eine Querwand ſich theilen in eine Baſalzelle und ein neues Sterigma; aus dem oberſten Stück der Baſalzelle können ſeitliche Sterigmen hervorwachſen, und dieſe Verzweigung vermag ſich zu wiederholen, ſo daſs ein unbegrenzt-cymöſer Conidienſtand entſteht, wie er für Hypomyces und Nectria Solani beſchrieben worden iſt. Die an dieſen einfachen Trägern entſtandenen Conidien keimen in gleicher Weiſe wie die den zuſammengeſetzten Fruchtkörpern entſtammenden.

Es ergiebt ſich hieraus eine vollſtändige Analogie zu dem Microconidien erzeugenden Apparate z. B. von Hypomyces Solani; auch dort entwickelten ſich die Microconidien an einzelnen, verzweigten Hyphenäſten, wie an gröſseren, durch Verwachſung iſolirter Hyphen gebildeten Körpern, die wir als *Coremien* bezeichnet haben. Demgemäſs mögen die Fruchtkörper von Stysanus ebenfalls *Coremien* genannt werden.

Die Entſtehung und Entwicklung dieſer Coremien läſst ſich in Objectträger-Culturen auf das bequemſte verfolgen. Die erſte Anlage giebt ſich zu erkennen als eine meiſt etwas dickere Ausſtülpung aus einer beliebigen Gliederzelle des Myceliums. Dieſe Ausſtülpung theilt ſich quer und wächſt durch Theilung der Scheitelzelle zu einer kurzen Zellenreihe vo ndrei bis fünf Zellen heran. An einer ſolchen, aus einer kurzen Zellreihe gebildeten Anlage wachſen dann aus den oberſten Theilen der Gliederzellen Seitenäſte hervor, welche, dem Hauptfaden dicht ſich anſchmiegend, mit dieſem verwachſen (Taf. V, Fig. 10). Später wachſen aus der Baſis dieſer aufſtrebenden Seitenäſte andere nach abwärts (Fig. 11w), um an der Baſis des Fruchtkörpers als Rhizoiden ſich auszubreiten. Dieſe Rhizoiden können auch direct

dem unterſten Theile einer Gliederzelle des Hauptfadens entſpringen. (Fig. 12w).

So kommt durch vielfache Zweigbildung ein junges Coremium zu Stande (Fig. 12), welches durch Spitzenwachsthum mit einem ähnlich geſtalteten Vegetationspuncte ſich verlängert, wie das Taf. I, Fig. 7 gezeichnete Coremium von Hypomyces Solani; ſeine Verbreiterung erfolgt durch immer erneute Anlegung ſeitlicher Aeſte.

Während aber bei Nectria und Hypomyces Solani die beobachteten Coremien ſicherlich gröſstentheils durch Verbindung zahlreicher, urſprünglich getrennter und nur zufällig parallel wachſender Hyphen ſich bilden, ſo entſteht das Coremium von Stysanus Stemonitis aus einer einzigen Hyphe durch Zweige, welche dieſer Centralhyphe von vorne herein auf das engſte ſich anſchmiegen, mithin aus einer Mutterzelle.

Später werden dieſe Coremien ſchon für die Loupe wahrnehmbar als ſpitz zulaufende Körperchen (Fig. 1 a). Wenn die Fructificirung beginnt, ſo zweigen zur Bildung des Hymeniums ſeitliche Aeſte vom Coremium ſich ab, um die Conidien zu erzeugen. Dieſe einzelnen, Conidien tragenden Aeſte des Coremiums verhalten ſich ganz wie die oben beſchriebenen einfachen, am Mycelium auftretenden Microconidien-Träger. Es kann auch vorkommen, daſs ein Aſt ſich ſchon früher abzweigt und dann als ein ſolcher einfacher Träger ſeitlich am Coremium hervorragt. An den ein langgeſtrecktes Hymenium tragenden Fruchtkörpern entwickeln ſich die Conidien erzeugenden Aeſte in acropetaler Folge.

Auſser den Microconidien werden bei Stysanus Stemonitis auch *Macroconidien* beobachtet; dieſelben treten am häufigſten auf in Pflaumen-Decoct. Dieſe Macroconidien entſtehen ſtets auf gewöhnlichen Trägern, die aber auch ſeitlich aus einem Coremium hervorſproſſen können. Dieſe Macroconidien-Träger ſind daher häufig als ein auf Stysanus Stemonitis vorkommender Paraſit unter dem Namen Echinobotryum atrum beſchrieben worden. Ein ſolcher Träger entſteht als ſeitliche Ausſtülpung aus der Gliederzelle eines Mycelium

Fadens, welche an der Spitze anfchwillt und diefe Anfchwellung durch eine Querwand abgliedert (Fig. 8a). Indem die Anfchwellung zur Spore heranwächft, nimmt fie eine zugefpitzte Geftalt an, fie mifst bei der Reife 9 bis 11 Mik. in die Länge, etwa 7 Mik. in die Breite und ift von einem derben, warzigen, fchliefslich dunkel gefärbten Epifporium bekleidet (Fig. 9). Nachdem die auf dem kurzen Träger terminal ftehende Macroconidien ausgewachfen, entfpringen aus dem oberften Ende der Trägerzelle eine oder zwei feitenftändige Macroconidien (Fig. 8b). Dann kann auch die Gliederzelle durch eine Querwand in zwei Zellen zerfallen, und aus dem oberften Ende der unteren Gliederzelle ein Seitenaft hervorwachfen, der wieder an der Spitze Sporen erzeugt. Diefe Bildung kann fich am Hauptftrahl wie an den Seitenftrahlen wiederholen, fo dafs kleine, gedrängte Macroconidienftände zu Stande kommen, welche den gleichen Aufbau wie die Microconidienftände und die verzweigten Conidienträger anderer, in diefer Abhandlung befchriebenen Pilze befitzen (Fig. 8c). Unmittelbar nach dem Reifen keimten die Macroconidien nicht, fondern erft nach einer zweimonatlichen Austrocknung, in Miftdecoct. Die Keimfchläuche treten dabei an einer oder mehreren Stellen aus der Spore hervor und verzweigen fich fehr reichlich.

Andere Fruchtformen, namentlich Ascusfrüchte, find an Stysanus Stemonitis trotz lange fortgefetzter Culturen nicht gefunden worden.

St. capitatus unterfcheidet fich von St. Stemonitis fchon leicht durch den Habitus. Auf einem aufrechten, aus parallelen, verwachfenen Hyphen gebildeten Stiele, welcher mit Rhizoid-artigen Hyphen am Subftrate haftet, ftcht terminal ein breites Köpfchen verzweigter, die Microconidien in Reihen abfchnürender Aefte, in welche der pfeudoparenchymatifche Stiel fich auflöft (Taf. VI, Fig. 1). Mitunter find Köpfchen und Stiel ziemlich tief hinein gefpalten in zwei (Fig. 2) oder mehrere Theile.

Die Microconidien find oval, 6 bis 7 Mik. lang, 3 bis 4 Mik. breit (Fig. 3). Ihre Keimung erfolgt wie bei S. Stemonitis, die Austrittftelle des fehr bald feptirten Keimfchlauches ift unbeftimmt (Fig. 5).

Zwiſchen verſchiedenen Myceliumfäden kommen ſehr häufig Quercommiſſuren vor, ebenſo auch Verbindungen zwiſchen mehreren, nahe bei einander gelegenen, keimenden Conidien. Während für gewöhnlich im Anfange nur *ein* breiter Keimſchlauch aus je einer Conidie hervorwächſt, ſo haben ſich hier zwiſchen drei Sporen aufser den normalen Keimſchläuchen noch dünne Seitenſchläuche gebildet, durch welche der Inhalt dieſer Sporen in Communication tritt (Taf. VI, Fig. 4).

Hat das Mycelium dieſes Pilzes in ſeiner Nährlöſung (Decoct von Pferdemiſt) ſich weiter ausgebreitet, ſo bilden die Hauptfäden deſſelben als ſeitliche, adventive Aeſte viel feinere, verzweigte, häufig anaſtomoſirende Fäden aus, welche auf feſten Subſtraten wohl ſpeciell die Function von Hauſtorien verſehen (Fig. 6). An anderen Mycelfäden ſchwellen einzelne kurze Zellen, bald terminal, bald intercalar auf, und füllen ſich mit dichterem Plasma und Oeltröpfchen; ſie nehmen dabei häufig eine bräunliche Färbung an. Obgleich dieſe Bildungen an Sporen erinnern, ſo konnte doch eine Loslöſung derſelben vom Mycelium oder eine Keimung nicht wahrgenommen werden (Fig. 7).

Kurze, aufrechte Seitenäſte bilden ſich darauf zu einfachen Conidienträgern aus; ein ſolcher Seitenaſt theilt ſich durch eine Querwand in zwei Zellen, von denen die untere Baſidie genannt werden könnte, die obere als Sterigma fungirt und an der Spitze Conidien abſchnürt (Taf. VI, Fig. 8a). Aus der Baſidien-Zelle, welche ſich entweder durch eine Querwand von der Mutterzelle des Mycelfadens abgliedern oder auch mit dieſer in ununterbrochenem Zuſammenhange bleiben kann, wächſt dann oben ein Seitenaſt hervor (Fig. 8b), welcher das terminale Sterigma zur Seite drängt und ſelbſt zum Sterigma wird, ſo daſs auf der Baſidie nunmehr zwei anſcheinend gleichwerthige, eine dichotomiſche Verzweigung nachahmende Sterigmen neben einander ſitzen (Fig. 9a). Jedes dieſer Sterigmen vermag ſucceſſive mehre Conidien abzugliedern, welche oft reihenweiſe an einander hängen bleiben. Die Sterigmenzelle kann auch hier wieder in eine neue Baſidie und ein neues Sterigma zerfallen, wobei die Verzweigung ſich wiederholt (Fig. 9b).

Aufser den einfachen Conidienträgern erfcheinen dann am Mycelium auch die erften Anlagen von Fruchtkörpern, von Coremien. Auch diefe Anlagen zeigen fich zuerft als kleine, aufrechte Ausftülpungen von Mycelium-Zellen; fie find leicht von jungen Conidienträgern zu unterfcheiden, weil fie beträchtlich dicker find, namentlich auch um ein Mehrfaches dicker, als die Myceliumzelle, welcher fie entfpringen (Fig. 10a). Diefe aufrechten Ausftülpungen verhalten fich als Scheitelzellen und theilen fich durch eine Querwand in eine bafale Gliederzelle und eine neue Scheitelzelle. Schon auf diefer Entwicklungsftufe wachfen aus dem unterften Theile der Scheitelzelle dünne, rhizoidartige Hyphen hervor (Taf. VI, Fig. 10b). Indem nun die Scheitelzelle durch weitere Quertheilungen immer neue Gliederzellen erzeugt, baut diefelbe einen dicken, unten kurz-, oben länger gegliederten Zellenfaden auf, den wir den *Centralfaden* des Coremiums nennen wollen. Aus dem unterften Theile der *unteren* und kürzeren Zellen diefes Centralfadens brechen nun überall dünne Rhizoid-Hyphen hervor, welche nach *abwärts* wachfen, fich feptiren, der Oberfläche des Centralfadens fich dicht anfchmiegen, mit diefer und unter fich verwachfen, an der Bafis des Centralfadens aber wurzelhaarähnlich fich ausbreiten. Indem der dicke Centralfaden nun durch die Thätigkeit feiner Scheitelzelle fortwächft, bilden die fpäteren Gliederzellen dünne oder ebenfalls beträchtlich verdickte Seitenäfte aus ihrem *oberften* Theile, welche fich *aufwärts* wenden, um dem Centralfaden angefchmiegt mit diefem fortzuwachfen (Taf. VI, Fig. 11). So wird der Centralfaden bald von Hyphen eingehüllt, die in innigem Verbande mit ihm und unter einander fortwachfend, nunmehr den Bildungspunct eines typifchen Coremiums, wie bei Stysanus Stemonitis, darftellen. Auch bei St. capitatus bilden fich abwärts wachfende Hyphen aus der Bafis aufftrebender Seiten-Hyphen (Fig. 11x).

Nachdem auf diefe Weife der Stiel des Coremiums fich gebildet, entwickelt fich das terminale Hymenium durch lebhafte Verzweigung fämmtlicher aufftrebender Hyphen, wobei die Centralhyphe, allmählig dünner geworden, fich nicht mehr gefondert unterfcheiden läfst. Die

Verzweigung der Fäden und die Conidienbildung erfolgt in den Köpfchen der Coremien nach demselben Modus, wie er für die einfachen Conidienträger beschrieben wurde; die Basidien bilden in den Köpfchen ein dichtes, fast halbkugeliges Stroma.

Andere Fruchtformen sind nicht beobachtet.

7. *Pistillaria pusilla* nobis? *Fungus oligocarpus*, Bonorden, Abhandlungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie.

(Tafel VI. Fig. 12 bis 14.)

Auf abgestorbenen und verwesenden Stengeln von Kartoffeln wurde eine kleine weißliche Pistillaria beobachtet, deren Diagnose am besten zu der *P. pusilla* von Fries stimmt, und welche daher vorläufig mit diesem Namen bezeichnet werden mag.

Die kleinen, oberwärts pfriemlich sich zuspitzenden Fruchtkörper sind ungefähr 2 mm hoch und haften mit einem Flechtwerk rhizoidaler Hyphen auf ihrem Substrate (Taf. VI. Fig. 12). An älteren Individuen ist die ganze Oberfläche des Fruchtkörpers, von der Basis bis dicht unter die Spitze, mit dem Sporen tragenden Hymenium bekleidet, seltener findet sich das unterste Stück nackt, und als Stiel von dem oberen Theile gebildet. Bei jüngeren Individuen ist an der Basis des Fruchtkörpers das Hymenium ebenfalls bereits angelegt, während sich derselbe noch durch lebhaftes Spitzenwachsthum vergrößert. Solche wachsende Spitzen von Fruchtkörpern dieser Pistillaria zeigen sich zusammengesetzt aus einem Bündel feiner, oft etwas gekrümmter Hyphen, deren Anzahl nach dem Scheitel hin sich vermindert (Taf. VI. Fig. 13). Oft ragt eine einzelne Hyphe, und zwar manchmal in beträchtlicher Länge, über die übrigen hervor, oft wird aber die eigentliche Spitze dieses Vegetationspunctes von einer ganzen Anzahl gleich langer Hyphen eingenommen. Das Längenwachsthum in solcher Fruchtkörper-Spitze kommt durch Quertheilung der Hyphenzellen, das Dickenwachsthum durch deren Ver-

Verzweigung eines einzigen Mycelium-Aſtes nach aufwärts und abwärts. Für die letzten beiden Möglichkeiten wollen wir a priori die gleiche Wahrſcheinlichkeit zugeſtehen, und mag nun der eine oder der andere Modus wirklich beſtehen, ſo iſt das ohne jeden Einfluſs auf die nachfolgende Betrachtung.

Auf alle Fälle beſteht ein hoher Grad von Uebereinſtimmung in der Structur und in der Fortentwicklung des Coremiums zwiſchen Pistillaria und Stysanus. Das einzige weſentliche, trennende Moment iſt die Bildungsweiſe der Sporen. Bei Stysanus werden von den Sterigmen ſuccedan mehrere Sporen abgegliedert; bei Pistillaria immer nur eine. Bei Stysanus ſind die als Baſidie und Sterigma bezeichneten Zellen fortentwicklungsfähig. Eine Baſidie vermag zu einer gewöhnlichen Gliederzelle zu werden, ein Sterigma durch Quertheilung in der Mitte in eine Baſidie und ein neues Sterigma zu zerfallen. Bei Pistillaria dagegen iſt das Sterigma wie die Baſidie wachsthums- und theilungsunfähig, die Sterigmen ſind ſogar nur Fortſätze der Baſidienzelle. In dieſer weſentlichen Differenz iſt zugleich der ganze Unterſchied zwiſchen der Ordnung der Baſidiomyceten und der Gattung Stysanus begründet.

Allein in der Sporenbildung ſoll auch die beſtehende Aehnlichkeit zwiſchen beiden Typen nicht verkannt werden; man vergleiche zu dem Ende die Figuren 9a und 14 der Tafel VI. In Fig. 9a beſteht der Conidienträger aus einer Baſalzelle, einer Baſidie und zwei dieſer aufſitzenden, Sporen abſchnürenden Sterigmen. Denken wir uns dieſe Sterigmen in ihrer Fruchtbarkeit begrenzt, und ſelbſt nicht weiter wachsthumsfähig, ſo haben wir die gleiche Bildung, wie in Fig. 14. Die vorhandenen Unterſchiede ſind aber nur biologiſcher, kaum morphologiſcher Art. Denn morphologiſch kann z. B. eine Cambiformzelle einer Cambiumzelle gleichwerthig ſein, obgleich die letztere fortentwicklungsfähig iſt, die erſtere nicht. Daſs ferner in Fig. 14 die Sterigmen durch eine Zellwand von ihrer Baſidie getrennt ſind, iſt kein in Betracht kommendes Moment, weil bei der Baſidiomyceten-Abtheilung der Tremellineen auch gegliederte Sterigmen

vorkommen können. Der Umſtand endlich, daſs bei Stysanus auſser der Coremium-Frucht auch iſolirte Conidienträger auftreten, während bei Pistillaria dergleichen bislang nicht beobachtet worden ſind, fällt aus dem Grunde nicht ins Gewicht, weil in der Literatur*) eine Anzahl von Beobachtungen berichtet werden, wonach ſogar bei Agaricus-Arten ſowohl am Mycelium als aus dem Stiele der Fruchtkörper Conidienträger zu entſpringen vermögen.

Die Conidienträger und Coremien von Stysanus ſtimmen in allen weſentlichen Stücken überein mit den Conidienträgern unzweifelhafter Ascomyceten und weiterhin vieler Hyphomyceten, die wir vorläufig den Ascomyceten zuzählen, deren Schlauchfrüchte wir aber noch nicht kennen. Unter dieſen letzterwähnten Hyphomyceten giebt es ſogar manche, deren Sporenbildung derjenigen der ächten Baſidiomyceten viel ähnlicher iſt als die von Stysanus. Als Beiſpiele mögen nur erwähnt ſein Acmosporium botryoides (CORDA Icones Heft III, Taf. II, Fig. 32) und Botrytis acinorum (FRESENIUS, Beiträge Taf. II, Fig. 17 bis 20),

Die Sporenbildung der Baſidiomyceten entſpricht, wie ſchon mehrfach in der Mycologie hervorgehoben, der Conidienbildung bei den Ascomyceten. Wir können daher *morphologiſch* die Fruchtkörper nicht nur von Pistillaria, ſondern aller Baſidiomyceten als Conidien erzeugende Coremien auffaſſen, welche den Coremien von Ascomyceten im Weſentlichen gleichwerthig ſind, ſich von dieſen nur unterſcheiden durch die Conſtanz ihres Fruchtkörpers, daſs ſie nicht bei jeder Gelegenheit in einzelne conidientragenden Hyphen ſich auflöſen, und durch die Conſtanz in der Bildung der Baſidie und der Sterigmen. Dieſe beiden Momente bedingen die Stellung der Baſidiomyceten als ſelbſtändiger Typus. Dazu kommt als drittes das allerdings nur negative Moment, daſs für Baſidiomyceten bisher keine Ascus-Früchte beobachtet ſind**).

*) Vgl. DE BARY, Morphol. und Phyſ. der Pilze etc. S. 190.

**) Für die gegentheiligen Angaben von SAUTERMEISTER (Bot Zeit. 1876 Nr. 52) über Exidia werden wir doch die Beſtätigung noch abzuwarten haben.

Es entſteht nun die Frage, ob dieſer morphologiſchen Connivenz ein ſyſtematiſcher Zuſammenhang, Beziehungen der natürlichen Verwandtſchaft entſprechen.

Was den Anſchluſs der Baſidiomyceten an die übrigen Pilze anlangt, ſo würde es zu weit führen, hier die verſchiedenen in der Mycologie zu Tage getretenen Anſchauungen ausführlich zu discutiren; wir wollen uns deswegen auf ein paar kurze Bemerkungen beſchränken über die von dem neuſten Monographen der Baſidiomyceten, über die von BREFELD hinſichtlich dieſes Punktes ausgeſprochene Anſicht.

Mit BREFELD begegnen wir uns in der Anſchauung*), daſs wir morphologiſch die Fruchtkörper der Baſidiomyceten als «höher differenzirte Conidienfrüchte» zu deuten haben.

Dagegen wird den Baſidien der Baſidiomyceten von BREFELD'S Seite eine weſentlich andere Deutung zu Theil, als von der unſrigen. «Die typiſche Baſidie iſt eine ſecundäre Bildung, die allmählig aus einfachen *Conidienformen* hervorgegangen iſt»**). BREFELD vergleicht nicht, wie wir, die Baſidien den oberen Gliedern einfacher Conidienträger, ſondern er vergleicht ſie mit Conidien ſelbſt, mit Sporen einer anderen Pilzordnung, und zwar mit den Teleutoſporen der Roſtpilze; die Sterigmen ſollen den aus dieſen Teleutoſporen hervorgehenden Promycelium-Fäden, die Baſidioſporen den von dieſen letzteren abgeſchnürten Sporidien homolog ſein.

Hierbei ſollen die Tremellineen als Bindeglied zwiſchen den typiſchen Baſidiomyceten und den Roſtpilzen dienen.

Aber nicht alle Baſidiomyceten laſſen ſich nach BREFELD auf dieſe Weiſe phylogenetiſch aus den Roſtpilzen herleiten; die Gaſteromyceten ſollen ihre Stammältern in gewiſſen Pycniden von Ascomyceten beſitzen. Danach würden die Baſidiomyceten in zwei groſse Reihen von ganz verſchiedener Herkunft zerfallen.

Es iſt unfruchtbar, derartigen ſyſtematiſchen Vorſtellungen, ins-

*) Baſidiomyceten S. 195.
**) a. a. O. S. 186.

beſondere, wenn ſie ſich in das Gewand phylogenetiſcher Herleitung kleiden, mit Gegengründen begegnen zu wollen. Dieſe Speculationen gehören eben einem Gebiete an, wo *Beweiſe* dafür oder dawider nicht aufzubringen ſind, ſie fallen in das Gebiet der ſubjectiven Anſchauungen, und einen Erfolg kann der Autor ſolcher Hypotheſen nur verzeichnen, wenn er die Mehrheit der Berufsgenoſſen auf ſeiner Seite hat.

Wir wollen uns deswegen darauf beſchränken, nochmals hinzuweiſen auf die morphologiſche Uebereinſtimmung zwiſchen dem Coremium von Stysanus und dem Coremium von Pistillaria; das Verhältniſs der Baſidien und Sterigmen beider Pilz-Typen zu einander iſt ebenfalls bereits oben erläutert worden.

Es ſcheint uns hiernach das natürlichſte, unter Wahrung der Baſidiomyceten als *einheitlicher* Pilzgruppe, dieſelben zunächſt an den durch Stysanus repräſentirten Typus anzureihen; der letztere ſchlieſst ſich ganz direct an die Conidienträger der Ascomyceten. Bei dieſer Combination iſt es völlig gleichgültig, ob etwa Stysanus noch Ascusfrüchte beſitzt, welche bisher der Beobachtung entgangen ſind, oder nicht. *Sicheres* wiſſen wir darüber in Bezug auf Pistillaria, Agaricus u. ſ. w. ebenſo wenig, wie in Bezug auf Stysanus; auch bei den typiſchen Baſidiomyceten könnte immerhin noch Ascus-Fructification einmal entdeckt werden. Aber auch wenn man concediren will, daſs die Baſidiomyceten durchaus keine Ascusfrüchte beſitzen, dieſelben etwa verloren haben, würde das an der proponirten Reihe nichts ändern: Ascomyceten — Stysanus — Baſidiomyceten. Die Tremellineen mögen dann als ein beliebig divergirender Aſt in das Schema des natürlichen Syſtems der Baſidiomyceten gezeichnet werden.

VI. Verticillium cinnabarinum.

Dieſer Pilz iſt nächſt Nectria und Hypomyces Solani der auf faulenden Kartoffeln am häufigſten auftretende Schimmel. Derſelbe erhielt von CORDA den Namen Acrostalagmus cinnabarinus*). CORDA

*) Icon fung. II. S. 15.

glaubte auf Grund einer irrthümlichen Beobachtung über den Modus der Conidienbildung an der Spitze der Sterigmen diese Form von der Gattung Verticillium Nees v. Esenb. trennen zu müssen, wie wir sehen werden mit Unrecht, so dass vorläufig kein Grund vorliegt, den Namen Acrostalagmus aufrecht zu erhalten.

Verticillium cinnabarinum bildet ausgedehnte Rasen von ziegelrother Farbe auf trockenfaulen, seltener auf nassfaulen Kartoffeln, sein Vorkommen beschränkt sich jedoch nicht auf letztere allein, auf zahlreichen anderen faulenden Stoffen ist V. cinnabarinum eine nicht ungewöhnliche Erscheinung. Unter dem Mikroskop zeigt der Pilz äusserst zierlich aufgebaute Conidienträger, an einem aufrechten Hauptstrahle stehen in gleichen Abständen Wirtel von Seitenzweigen, welche in derselben Weise wieder Zweigwirtel erzeugen. Die freien Spitzen aller Zweige bilden zahlreiche elliptische Conidien durch einfache Abschnürung in gleicher Weise, wie es für Hypomyces und Nectria Solani eingehender geschildert ist.

Die elliptischen, schwach röthlich gefärbten Conidien keimen leicht in Pferdemist- und Pflaumendecoct, in Wasser findet dagegen nur ganz abortive Keimung statt, wie sie von HOFFMANN (Bot. Zeit. 1854; 15, 16) beschrieben wurde. Dabei entstehen ganz kurze dünne Keimschläuche, die sehr bald aufhören zu wachsen. In den angeführten Decocten schwillt die Conidie bei der Keimung zunächst stark an (Taf. VII, Fig. 3b), dann entsteht an einer beliebigen Stelle ein Keimschlauch, der sich zu einem langen, septirten und verzweigten Mycelfaden verlängert. Zuerst wächst aus der Conidie nur ein Keimschlauch hervor, später treten auch mehrere auf. In dem Mycel werden die Querwände erst ziemlich weit unterhalb der Spitze deutlich sichtbar, die Verzweigung ist acropetal, die Aeste entstehen sowohl aus dem oberen als auch aus dem mittleren Theile einer Gliederzelle. Die älteren Mycelfäden verdicken sich ein wenig, wobei meist der vordere Zelltheil leicht tonnenförmig aufschwillt.

Schon am dritten oder vierten Tage entstanden an den Keim-

pflanzen die Anlagen junger Conidienträger, als ſeitliche Ausſtülpungen aus den älteren Gliederzellen der Mycelfäden. Sie beſitzen von Anfang an einen gröſseren Durchmeſſer als die gewöhnlichen Mycelfäden, wachſen raſch in die Länge und erheben ſich ſenkrecht aus dem Subſtrat in die umgebende Luft (Taf. VII, Fig. 5). Bald trennen ſie ſich durch eine Querwand von der Gliederzelle, der obere Theil ſpitzt ſich zu und erzeugt raſch nach einander als Sterigma zahlreiche Conidien. Von einer beſonderen complicirten Structur der Sterigmaſpitze, wie es von CORDA angegeben wird, iſt dabei nichts zu bemerken, HOFFMANN hat dies ſchon in ſeiner vorhin erwähnten Arbeit widerlegt und auch die Anſammlung der Conidien in Kugelform an dem Sterigma richtig gedeutet. Die abfallenden Conidien werden einfach durch einen klebrigen Stoff zuſammengehalten, und ſobald der Conidienträger in einen feuchten Raum hineinragt, ſammelt ſich an der Spitze eines jeden Sterigma ein kleiner Flüſſigkeitstopfen, in welchem die Conidien ſchwimmen. Sobald dieſer Tropfen mit einer gröſseren Waſſermenge in Berührung tritt, fahren die Conidien nach allen Richtungen auseinander, dagegen fallen ſie auch bei heftiger Bewegung in trockener Luft nicht von ihren Spitzen ab.

Der junge Conidienträger zerfällt bald durch eine Querwand in zwei Zellen, die obere fungirt als neues Sterigma und dient weiter auch zur Verlängerung des Conidienträgers, die untere erzeugt als Gliederzelle aus ihrem oberen Theil ſucceſſive zahlreiche Wirtel-Aeſte, welche ſich ſogleich in Sterigmen umwandeln und ſich in derſelben Weiſe wie der Hauptſtrahl weiter entwickeln. Die älteren Theile gröſserer Conidienträger nehmen ſpäter auch eine röthliche Farbe an, wobei ſich ihre Membran ein wenig verdickt. Dem Principe nach iſt der morphologiſche Aufbau der Conidienſtände von Verticillium identiſch mit dem von Nectria Solani; die Verzweigung iſt centrifugal, aber die Hauptaxe unbegrenzt fortentwicklungsfähig. Der von Nectria abweichende Habitus, welcher einem Racemus ſehr ähnlich wird, kommt dadurch zu Stande, daſs die Hauptaxe viel ſtärker in die Länge wächſt, als die Seitenaxen.

Auf faulen Knollen wurden auch von V. cinnabarinum häufig Rhizomorpha- und Coremium-artige Bildungen beobachtet. Die Rhizomorphen beſtehen aus mehr oder weniger dicht zuſammengedrängten und verwachſenen Mycelfäden, welche auf der Oberfläche des Subſtrates kriechen und aus welchen Conidienträger emporwachſen. Die Coremien bilden ſich ebenfalls aus parallel verlaufenden Fäden, ſie ſtehen aufrecht, und aus ihrer freien Oberfläche entſpringen äuſserſt zahlreiche Conidienträger, welche aber meiſt unverzweigt ſind und einfachen Sterigmen ähnlich ſehen.

Das Mycelium von V. cinnabarinum durchdringt faule Kartoffel-Knollen nach allen Richtungen, die Zellwände werden durchbohrt, ebenſo, wie es ſcheint, die Stärkekörner, denn in einer nur mit V. cinnab. bedeckten trockenfaulen Knolle waren die Stärkekörner von zahlreichen Poren durchſetzt. In Objectträger-Culturen wurde die Stärke von dem Mycelium nicht direkt angegriffen. Andere Fructifications-Formen zeigte uns der vorliegende Pilz trotz lange fortgeſetzter Cultur unter den verſchiedenſten Bedingungen nicht. Daſs er in den Entwicklungskreis von Trichothecium roseum gehöre, wie HOFFMANN (a. a. O.) angibt, ſcheint uns wenig wahrſcheinlich und wurde auch ſchon von DE BARY (Morph. u. Phys. d. Pilze S. 169) angezweifelt. Dagegen iſt es nicht unmöglich, daſs HOFFMANN wirklich das Entſtehen von Conidienträgern des V. cinnabarinum aus einer Schlauchſpore, beobachtet hat, denn der unbekannte Pyrenomycet, zu welchem V. cinnabarinum als Conidienform gehören dürfte, iſt muthmaſslich nahe verwandt mit den Gattungen Nectria und Hypomyces, ſodaſs ſeine Ascusſporen ungefähr die von HOFFMANN abgebildete Form haben können. Für einen Zuſammenhang zwiſchen V. cinnabarinum und Nectria Solani wurden ebenfalls keinerlei Andeutungen gefunden.

DRITTER ABSCHNITT.

Die Kräuselkrankheit der Kartoffel.

(Hierzu Tafel VIII und IX.)

Unter den mannichfachen Krankheiten, denen die Kartoffel ausgefetzt ift, zeichnet fich die *Kräufelkrankheit* aus durch Eigenartigkeit der Symptome und des Verlaufes. Diefe Krankheit trat im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts in *England, Frankreich* und *Deutfchland* verheerend auf, fpäter erfchien fie nur hier und da fporadifch, bis in den letzten Jahrzehnten fich die Aufmerkfamkeit der Landwirthe wieder mehr auf diefelbe lenkte, weil gewiffe Kartoffelracen, befonders die neu aus *Amerika* eingeführten, fich derfelben ftärker zugänglich zeigten. In Folge deffen finden wir auch in der Literatur der letzten Jahre eine Anzahl Verfuche, die Urfachen der Kräufelkrankheit zu ermitteln, um dadurch eventuell Mafsregeln zu ihrer Verhütung in Ausficht ftellen zu können.

Die erfte ausführlichere Befchreibung der Kräufelkrankheit wurde von I. KÜHN in feinen «Krankheiten der Kulturgewächfe», S. 220ff veröffentlicht. Die erkrankten Pflanzen machen fich nach demfelben fchon von weitem durch ein eigenthümliches, kümmerliches Ausfehen bemerklich, fie haben nicht die freudig grüne Färbung der gefunden Stauden, die einzelnen Fiederblättchen find wellig gebogen und gefaltet, der gemeinfchaftliche Blattftiel ift zurückgekrümmt. Dann zeigt fich an den Blättchen und vorzüglich am gemeinfchaftlichen Blattftiel eine Verfärbung und dunkle Flecken, zuerft oberflächlich, nach und nach

aber immer tiefer in das Gewebe eindringend, bis endlich die Blätter sammt dem sie tragenden Stengel vertrocknen. Ein Mycelium wurde von KÜHN an keinem Theile der Pflanze, welcher die Krankheit zeigte, gefunden, dagegen befassen die Stengel eine auffallende Sprödigkeit und brachen beim Biegen wie Glas. Den Grund der Krankheit glaubt KÜHN in der ungewöhnlichen Vollsaftigkeit der Pflanzen erblicken zu müssen.

Die Ansicht von SCHACHT*), wonach die Kräuselkrankheit mit dem Honigthau verwandt sein soll, wurde bereits durch KÜHN hinreichend widerlegt (a. a. O.), sie braucht deshalb hier nicht weiter berücksichtigt zu werden.

Von späteren Forschern konnten auch DRECHSLER**) und OEHMICHEN***) keinen Pilz im Stengel entdecken, dagegen machte letzterer die wichtige Wahrnehmung, dass krankes Saatgut wieder kranke Pflanzen erzeugt. Im Gegensatz dazu fand HALLIER***) in den von ihm als kräuselkrank bezeichneten Stauden das Mycelium eines Pilzes.

Auch A. SCHENK†*) sah in den kräuselkranken Pflanzen keinen Pilz und schliesst sich der Darlegung KÜHN's über die Symptome und Ursache der Krankheit an. Dagegen unterscheidet er von der eigentlichen Kräuselkrankheit einen anderen pathologischen Zustand der Kartoffelpflanze, bei welchem ein Pilz auftritt, dessen Mycelium sich vielfach in den Gefässbündeln und im Parenchym des Stengels und der Blattstiele verbreitet. Derselbe ist nach ihm identisch mit Sporidesmium exitiosum KÜHN. Bei dieser Krankheitsform fehlt die glasige Beschaffenheit des Stengels und soll sie sich dadurch leicht von der Kräuselkrankheit unterscheiden lassen.

Nach den neuesten Angaben von HALLIER††) erstreckt sich die Krankheit über zwei Generationen†††) der Kartoffelpflanze. Bei

---

*) H. SCHACHT, Bericht über die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten; S. 15.
**) Deutsche landw. Presse 1875. 2. S. 476.
***) Ebendaselbst S. 457, 458; 464.
†*) Ebendaselbst S. 666.
††) D. landw. Presse 1876. 3. S. 79, 86, 87, u. Plastiden d. nied. Pflanzen S. 7.

der erſten Generation tritt ein Pilz auf in den Gefäſsen der Stengel, und zwar ſoll das Mycel zu Pleospora polytricha Tul gehören. Durch die Gefäſse der Brutträger dringt der Pilz auch in die kleinbleibenden Knollen ein und überwintert daſelbſt. Werden dieſe Knollen ausgeſetzt, ſo treiben ſie glasartig zerbrechliche Schöſslinge, in welche aber das Mycel nicht eindringt. Ehe es zum Knollenanſatz kommt, gehen ſolche Pflanzen zu Grunde.

Wie man ſieht, widerſprechen ſich die Angaben der bisherigen Autoren in einzelnen Punkten vollkommen. Wollte man z. B. auch annehmen, daſs die von SCHENK als verſchieden bezeichnete Krankheitsform mit der erſten Generation der Kräuſelkrankheit nach HALLIER zuſammenfällt, ſo bleibt immer noch der Widerſpruch der beiden Beobachter über den die Krankheit verurſachenden Pilz beſtehen.

Wie dem nun auch ſein mag, jedenfalls fehlt bei beiden Autoren der Nachweis, daſs die von ihnen gefundenen Pilze wirklich die Krankheit zu erzeugen im Stande ſind und nicht etwa ſekundär nur in Begleitung derſelben auftreten. Von beiden Forſchern ſind Impfungsverſuche zur Uebertragung der Krankheit nicht ausgeführt worden.

Der derzeitige Stand der Frage muſste alſo eine erneute Unterſuchung dieſes Gegenſtandes wünſchenswerth erſcheinen laſſen, und da die Kräuſelkrankheit auf den Verſuchsfeldern des hieſigen landwirthſchaftlichen Inſtituts und anderen benachbarten Kartoffeläckern ſeit mehreren Jahren unter gewiſſen Kartoffelſorten ziemlich verbreitet auftrat und ferner ausführlichere Unterſuchungen über die Krankheits- und Fäulniſserſcheinungen der Kartoffelknollen im hieſigen pflanzenphyſiologiſchen Inſtitut beabſichtigt waren, ſo wurde auch die Kräuſelkrankheit mit in den Bereich der Unterſuchung gezogen. Das bezügliche Material, ſoweit es nicht im Inſtitute ſelbſt cultivirt wurde, verdanken wir der Güte des Herrn Prof. DRECHSLER und Herrn Gartenmeiſter GIESELER hierſelbſt.

Die eigenen Unterſuchungen führten zunächſt zu einer im Allgemeinen der Darlegung HALLIER'S zuſtimmenden Auffaſſung der

Krankheit. Die wichtigſten Thatſachen, welche feſtgeſtellt werden konnten, laſſen ſich kurz dahin zuſammenfaſſen:

Erſtens: Die von kräuſelkranken Stauden erzeugten Knollen liefern bei der Ausſaat wieder kranke Pflanzen; die Krankheit iſt alſo erblich.

Zweitens: Die aus kranken Knollen hervorgeſproſste zweite kräuſelkranke Generation beſitzt nicht die Fähigkeit, wieder Knollen zu bilden, die kranke Generation ſtirbt alſo damit aus, die Kräuſelkrankheit iſt für dieſe Reihe von Generationen als erloſchen zu betrachten.

Drittens: Die Krankheit muſs demnach in geſunden Knollen bez. Pflanzen von neuem entſtehen.

Viertens: Ein im Innern der Gewebe vegetirendes Pilzmycelium iſt der conſtante Begleiter aller drei zu unterſcheidenden Typen der Krankheit.

Fünftens: Durch Impfung geſunder Stauden mit dieſem Pilze können die Symptome der Kräuſelkrankheit hervorgerufen werden.

Mit HALLIER unterſcheiden wir alſo zwei verſchiedene Generationen der Kräuſelkrankheit, dagegen müſſen wir im Gegenſatz zu ihm nicht zwei, ſondern drei verſchiedene Krankheitsformen ſtatuiren. Von dieſen tritt die dritte iſolirt auf, ſie bezeichnet den Höhepunkt der Krankheit und endigt mit dem Ausſterben der Generation. Die beiden anderen Formen ſind für ſich ebenfalls ſcharf characteriſirt, ſie können jedoch vereinigt an derſelben Staude, ja ſogar an demſelben Stengel ſich zeigen und dadurch zu Complicationen Anlaſs geben, welche zur Erſchwerung des Verſtändniſſes beitragen. Beide Formen zuſammen repräſentiren die erſte Generation der Krankheit, die erzeugten Brutknollen zeigen beim Austreiben die dritte Krankheitsform. Wir wollen dieſe drei Formen in Folgendem kurz mit A, B und C bezeichnen.

Da uns wie erwähnt in den Formen A und B die Krankheit zuerſt entgegentritt, ſo wählen wir ſie zum Ausgangspunkte unſerer Betrachtung.

Die Form A fand ſich im Sommer 1878 ziemlich häufig auf

einem Acker, der mit der Kartoffelrace «Rothe Amerikaner» beſtellt war. Gegen Anfang Juli, wo die erſten erkrankten Stauden ſich zeigten, waren dieſelben daran kenntlich, daſs an einzelnen der im übrigen vollkommen normal und üppig entwickelten Stengel die unteren Blätter welk geworden und vertrocknet waren, ſie nahmen dabei gewöhnlich zuerſt eine gelbe Färbung an. Kräuſelung der Fiederblättchen trat entweder nur in geringem Maſse oder gar nicht auf. Auch zeigten ſich braune Flecken auf den Blättern durchaus nicht conſtant und meiſt nur ſpärlich. Es wurden zahlreiche Stengel gefunden, deren Blätter welk und gelb geworden waren, ohne daſs ein einziger brauner Fleck aufgetreten wäre. Niemals zeigte der Stengel, ſelten die Blattſtiele bei dieſer Form eine auffallende Brüchigkeit, nur die ganz abgeſtorbenen Stengel brachen beim Biegen gewöhnlich an den Knoten. Die einzelnen Stengel einer erkrankten Staude welken gewöhnlich nicht zu gleicher Zeit, ſondern nach einander, man trifft daher an derſelben Staude neben ganz welken noch durchaus geſund erſcheinende Stengel. Aber auch dieſe werden allmählich ergriffen, und nach der erſten Hälfte des Auguſt wurde an den kranken Stauden kein lebender Stengel mehr beobachtet.

Durchſchneidet man einen Stengel, wenn die Blätter eben anfangen zu welken, ſo erkennt man ſchon mit bloſsen Augen eine ſchwache gelbliche Färbung der Gefäſsgruppen. Unterſucht man dünne Schnitte microſkopiſch, ſo findet man alle Gefäſse mit einem farbloſen, ſtark verzweigten Pilzmycel erfüllt (vgl. Taf. VIII, Fig. 3). Daſſelbe iſt ſeptirt, beſitzt einen mehr oder weniger körnigen Inhalt und eine wechſelnde Dicke im Mittel von ca. 3—4 Mik. Auf Längsſchnitten erkennt man, daſs die Mycelfäden die Gefäſse vorwiegend in der Längsrichtung durchziehen, man findet ſie ebenſo in den Spiral- wie in den Tüpfelgefäſsen, vorwiegend jedoch in den letzteren. In der Regel zeigt ſich das Mycel an ſtark erkrankten Stengeln in allen Gefäſsbündeln des Querſchnitts und in allen Internodien, es läſst ſich leicht von der Baſis bis zur Spitze des Stengels continuirlich verfolgen und häufig auch bis zur Spitze des gemeinſchaftlichen Blatt-

ſtiels. Auch von den ſcheinbar noch geſunden Stengeln einer erkrankten Staude findet man in der Regel den einen oder den anderen ſchon bis zur Spitze mit Mycel erfüllt, in anderen läſst ſich daſſelbe nur in dem unteren Theile nachweiſen und es iſt hier leicht, die fortwachſenden Spitzen der Mycelfäden aufzufinden; das Mycelium durchwächſt alſo den Stengel von unten nach oben. Wieder andere noch geſund erſcheinende Stengel ſind vorläufig noch Mycel-frei.

Die Thatſache, daſs einzelne Stengel noch vollkommen geſund erſcheinen, während ſie ſchon ihrer ganzen Länge nach von dem Pilzmycel durchſetzt ſind, deutet mit Sicherheit darauf hin, daſs der Pilz als echter Paraſit ihr Inneres bewohnt.

Solange die Stengel noch grün ſind und ihre Gewebe noch nicht abgeſtorben, findet man das Mycel nur in den Gefäſsen und ſehr ſpärlich hin und wieder auch in den zunächſt liegenden Zellen des Gefäſsbündels, niemals jedoch in dem dieſelben verbindenden Holzringe oder in den übrigen Gewebepartien. Epidermis, Cambium und Mark erſcheinen noch vollkommen geſund. Mit dem Abſterben des Stengels verbreitet ſich das Mycel jedoch durch alle Gewebe, indem es die Zellwände mit Leichtigkeit durchbohrt, wobei ſich die Fäden etwas contrahiren. Vorwiegend wächſt es jedoch nach der Oberfläche zu, die Holzzellen, das Cambium, Baſt und Rinde, ſogar die Haare der Epidermis durchdringend und erfüllend. Auch die dicken Wände der Baſtfaſern werden durchbohrt (vgl. Taf. VIII, Fig. 5) und das Lumen vom Mycel durchwachſen.

Liegt der Stengel in einer feuchten Atmoſphäre, ſo treten die Mycelfäden auch durch die Epidermis hervor, und die ganze Stengeloberfläche bedeckt ſich in kurzer Zeit mit einem weiſsen Anflug von Conidienträgern des Pilzes. Dieſe von uns beobachteten Conidienträger gehören unzweifelhaft zu dem in den Gefäſsen vegetirenden Mycel, denn abgeſehen davon, daſs man in den Gefäſsen ſelbſt mitunter Conidienbildung beobachtet (vgl. Taf. VIII, Fig. 3 bei a), ſieht man an feucht hingelegten Stengelſtücken Mycelfäden und Conidienträger ſchon am dritten Tage aus den Gefäſsen hervorwachſen. Einige

Tage ſpäter erſcheinen ſie dann auch auf der Oberfläche des Stengels. Hält man die Cultur gegen eindringende fremde Pilzſporen geſchützt, ſo iſt es leicht, ſie wochenlang rein zu behalten, abgeſehen von den im faulen Gewebe auftretenden Bacterien. Auch zahlreiche Objectträgerculturen zeigten direkt den Zuſammenhang der von uns beſchriebenen Conidienträger mit dem Mycelium der kräuſelkranken Stengel.

Die Conidienträger entſpringen ſeitlich oder auch terminal aus den Myceliumfäden, ſie ſind etwas dicker als dieſe und gliedern ſich von ihnen bald durch eine Querwand ab. Sie ſind vollkommen farblos, wenigſtens in der Jugend, ſie gleichen durchaus denen von Verticillium cinnabarinum (Acrostalagmus cinn. Cd.) und zeigen auch ganz dieſelbe Wachsthumsweiſe (vgl. Taf. VIII, Fig. 6, 7, 8). Die Spitze des zuerſt einfachen Fadens bildet ſich bald in ein Sterigma um und beginnt nach einander zahlreiche Conidien abzuſchnüren. Zugleich verlängert ſie ſich, erzeugt nach einander mehrere Gliederzellen, von denen Seitenzweige entwickelt werden. Jede Gliederzelle bildet an ihrem oberen Ende 4—5 ſolcher Zweige aus, die wirtelförmig angeordnet ſind und dieſelbe Entwicklungsfähigkeit wie der Hauptſtamm beſitzen; nur iſt die Intenſität ihres Wachsthums etwas geringer, ſo daſs ſie von letzterem übergipfelt werden. Die Zahl der Wirtel an dem Hauptſtamm kann bis auf acht ſteigen. Treten die Conidienträger durch die Wand einer Zelle hervor, ſo zeigen ſie auſserhalb derſelben gewöhnlich eine leichte Anſchwellung, welche meiſt durch eine Querwand von dem übrigen Fadentheil abgegrenzt iſt (vgl. Taf. VIII, Fig. 7). Aus dieſen Anſchwellungen können ſogleich Verzweigungen der Conidienträger entſtehen.

Die Conidien, welche ſich an den Sterigmen in Form kleiner Kugeln anſammeln und bei der Benetzung mit Waſſer ſogleich auseinanderflieſsen, ſind von elliptiſcher Geſtalt und ſehr verſchiedener Gröſse. Ihre Länge ſchwankt zwiſchen 5—12 Mik., ihre Breite iſt ca. 3 Mik. (vgl. Taf. IX, Fig. 5). Die Enden ſind beſonders bei den längeren Formen zuweilen etwas unſymmetriſch zugeſpitzt. Das

Protoplasma ist gewöhnlich feinkörnig. Während alle Conidien bei der Reife einzellig sind, so treten nach dem Abfallen besonders in den längeren Formen ziemlich regelmäfsig Querwände auf, wodurch sie in zwei gleiche Zellen zerfallen. Die kürzeren bleiben dagegen ungetheilt.

In Wasser ausgesäet schwellen die Conidien stark an (vgl. Taf. IX Fig. 9, 10), die zweizelligen erhalten dadurch eine biscuitförmige Gestalt, dann entstehen aus jeder ein oder mehrere Keimschläuche. Bei der Aussaat in Wasser bleiben diese jedoch dünn und hören bald auf zu wachsen, säet man dagegen die Conidien aus in Wasser neben Kartoffelschnitten oder fauler Kartoffelmasse (die vorher zur Abtödtung fremder Beimengungen längere Zeit auf 100 Grad erwärmt wurde), so erfolgt nach der Keimung ein üppiges Wachsthum der Keimfäden. Sie verschmelzen durch zahlreiche Anastomosen mit einander und erzeugen früher oder später wieder Conidienträger. Gar nicht selten wandelt sich schon der unmittelbar aus der Conidie hervortretende Keimschlauch zu einem Sterigma um und erzeugt zahlreiche Conidien (Fig. 10). Solche Sterigmen wachsen jedoch nie zu stattlichen Conidienträgern aus, sie bleiben immer zwergig. Auch an älteren Mycelfäden sind sie nicht selten (vgl. Taf. IX, Fig. 11), an solchen wurde Abschnürung von Conidien an sehr kurzen Seitenästchen häufig beobachtet.

Nachdem die Produktion der Conidien auf der Oberfläche des Stengels eine Zeitlang fortgedauert hat, nimmt das faule Gewebe ziemlich rasch eine intensiv schwarze oder dunkelbraune Färbung an. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dafs dieselbe von den sich schwärzenden Mycelfäden des Pilzes herrührt. In denselben treten dabei zahlreiche Querwände auf, worauf die kurzen Zellen stark in die Dicke wachsen und eine kugelförmige Gestalt annehmen, so dafs die Fäden torulös erscheinen (vgl. Taf. IX, Fig. 1). Lagern sich mehrere solche Fäden aneinander, so entstehen in dem faulenden Gewebe schwarze Zellhaufen von verschiedener Gröfse und unregelmäfsiger Gestalt. Das Auftreten von Längswänden wurde hierbei nie beob-

achtet; die braunen Zellhaufen bilden ſich alſo nur durch das Aneinanderlegen benachbarter Zellfäden. Bei der Bräunung verdickt ſich die Wand der Zellen merklich, es laſſen ſich nachher deutlich doppelte Contouren unterſcheiden; der Inhalt wird durch die Bräunung gröſstentheils verdeckt, meiſt machen ſich jedoch ſpäter in ihm ein oder mehrere Oeltropfen bemerklich. Die Bräunung erſtreckt ſich über das ganze im faulenden Stengel befindliche Mycelgeflecht, ſogar die unteren Zellen der Conidienträger ſchwärzen ſich ſpäter zumeiſt, und können in ihnen ebenfalls intercalare Theilungen auftreten (vgl. Taf. VIII, Fig. 8) Alle dieſe gebräunten Zellen und Zellhaufen fungiren, wie leicht zu zeigen iſt, als Dauermycelien zur Ueberwinterung des Pilzes. Man kann dieſe Dauermycelien Sclerotien nennen, wenn auch ihre Zellen keinen gröſsern Gewebekörper bilden, wie es bei den gewöhnlich als Sclerotien bezeichneten Bildungen der Fall iſt.

Bringt man dieſe Sclerotien oder Dauermycelien, nachdem ſie Monate lang ausgetrocknet waren, bei Zimmertemperatur in Waſſer oder in eine feuchte Atmoſphäre, ſo treten aus ihnen farbloſe Mycelfäden hervor (vgl. Taf. IX, Fig 2, 3), aus denen weiterhin bei genügender Zufuhr von Nährſtoffen Conidienträger entſtehen. —

Die Bildung von Conidien auf der Oberfläche der durch das paraſitiſche Mycel abgetödteten Stengel kann aber auch nur ſehr ſpärlich eintreten, oder ſogar ganz unterbleiben, wenn die Stengel in einer trockenen Atmoſphäre verdorren. In dieſem Falle tritt unmittelbar die Dunkelfärbung der Mycelfäden ein, und die Conidienbildung wird auf einen günſtigeren Zeitpunkt verſchoben. Denn bringt man ſolche Stengel ſpäter in einen feuchten Raum, ſo bedecken ſie ſich bald mit einem weiſsen Anflug von Conidienträgern.

Andere Fruchtformen auſser den Conidien und den Dauermycelien konnten von dem vorliegenden Pilze nicht aufgefunden werden. Nach dem Bekannten müſſen wir ihn vorläufig unter die Gattung Verticillium Nees v. Esenb. bringen, zu welcher auch Acrostalagmus cinnabarinus Cd. gezogen wurde. Als Speziesname dürfte ſich V. alboatrum empfehlen.

Die Unterſuchung der unterirdiſchen Theile der erkrankten Stauden ergab Folgendes: Auch ſtärker erkrankte und ſchon welcke Stengel, deren Gefäſse von unten bis oben mit Mycel erfüllt waren, erwieſen ſich in den Rindenpartien der unterirdiſchen Theile meiſt als mycelfrei und ohne jene intenſiven braunen Flecken, wie ſie uns bei den beiden anderen Typen conſtant begegnen werden. Allerdings nicht ausnahmslos, wir werden jedoch hierauf ſpäter zurückkommen.

In den Gefäſsen der Brutträger konnte das Mycel öfter leicht nachgewieſen werden ſchon in einem Stadium, wo dieſelben noch vollkommen geſund und kräftig erſchienen und auch die Stengel noch grüne Blätter zeigten. Zu dieſer Zeit tritt es allerdings noch nicht conſtant in den Brutträgern auf, fehlt z. B. an demſelben Stengel in dem einen, während es in dem anderen ſchon bis zur neugebildeten Knolle vorgedrungen iſt. Sicher iſt jedenfalls, daſs der Pilz vom Stengel her in die Brutträger eindringt.

Die Knollen, deren Gröſse auch an den kranken Stauden theilweiſe noch eine beträchtliche war, wurden in gröſserer Anzahl gleich nach der Ernte gegen Ende September unterſucht. Nur bei ungefähr einem Fünftel oder einem Sechstel der ganzen Menge zeigte ſich Mycel in den Gefäſsen der inneren Theile der Knollen. Weit war es jedoch niemals vorgedrungen, höchſtens bis auf 15 *mm*. In allen Fällen, wo im Inneren Mycel aufgefunden werden konnte, waren die Gefäſse in der Nähe der Anſatzſtelle des Brutträgers ſtark gebräunt, zum Theil geſchwärzt, was von der Schwärzung der Mycelfäden herrührte. Die letzten Spitzen der Pilzfäden ſind aber immer farblos.

Conſtant aber zeigte ſich das Mycelium unſeres Verticillium in dem Gewebe an der Anſatzſtelle des Brutträgers, alſo an der Baſis der jungen Knolle.

Die aus dem Krankheitsſtadium A geernteten Knollen wurden in Töpfe ausgepflanzt und trieben Sprösslinge, welche mit allen Symptomen des ſogleich als Form C der Kräuſelkrankheit zu ſchildernden Stadiums behaftet waren. Dadurch iſt der genetiſche Zuſammenhang

der Formen A und C feſtgeſtellt. Das im Stengel der kranken Pflanzen gefundene Mycel überwintert in der Anſatzſtelle des Brutträgers und theilweiſe im Innern der erzeugten Knollen.

Gleichzeitig mit der Form A beobachtet man auch den von uns als B unterſchiedenen Typus. Bei dieſem finden wir im Habitus der erkrankten Stauden bereits die Merkmale des dritten Typus, des Höhepunktes der Krankheit, deutlicher ausgeprägt.

Auch bei B unterſcheiden ſich bis gegen Mitte Juli die erkrankten Stauden nicht von den geſunden in ihrer Nachbarſchaft, die Stengel erreichen alſo auch hier die volle Größe der geſunden, da um dieſe Zeit das Wachsthum ziemlich beendet iſt. Stengel und Blätter ſind normal entwickelt, beſonders die letzteren zeichnen ſich vorher weder durch geringere Größe noch durch auffallende Kräuſelung aus. Mit dem Sichtbarwerden der Krankheit beginnen die Blätter ſich an den Rändern zu kräuſeln, doch nie in dem Maſse wie bei C, es entſtehen braune Flecken, deren Größe immer mehr zunimmt, bis zuletzt das ganze Blatt vertrocknet iſt. Auch die Blattſtiele biegen ſich zurück, es zeigen ſich an ihnen Verfärbungen, welche ſpäter auch am Stengel auftreten und bald zum vollkommenen Vertrocknen deſſelben führen. Blattſtiele und Stengel ſind ſpröde und brüchig aber niemals in ſo auffallender Weiſe, wie es bei C uns entgegentritt. Hebt man die ganze Staude aus der Erde heraus, ſo zeigt ſich um dieſe Zeit die Mutterkartoffel meiſt ſchon vollkommen abgefault, oder doch in den Anfangsſtadien der Fäulniſs. Die Stengel, welche in der Regel alle erkranken, doch nicht zu gleicher Zeit, ſondern nach einander, ſind am unterirdiſchen Theile mit größeren braunen Flecken bedeckt, auch zeigen ſich häufig Längsriſſe in der Rinde. Auch die Wurzeln zeigen Symptome der Erkrankung, ihr Gewebe bräunt ſich, ſtirbt ab und vertrocknet. Die Brutknollen, welche auch bei dieſem Typus immer noch erzeugt werden, ſind weniger zahlreich und von geringerer Größe als die der geſunden Stauden.

Die mikroſkopiſche Unterſuchung ergiebt abweichend von dem Befunde beim Typus A, daſs das Gewebe aller oberirdiſchen Theile der Pflanze vollkommen pilzfrei iſt, was mit den Beobachtungen von KÜHN, DRECHSLER u. A. im Einklange ſteht. Wenn man dagegen tangentiale Schnitte führt durch die braunen Flecken am unterirdiſchen Theil des Stengels, ſo findet man hier das parenchymatiſche Gewebe der Rinde von Pilzfäden durchwuchert, während die Gefäſse keinen Pilz beherbergen (vgl. Taf. VIII, Fig. 2). Das Mycel, welches dem in den Gefäſsen bei Form A gefundenen durchaus gleicht, durchwächſt Zelllumina und Intercellularräume, zuerſt findet es ſich in den oberſten Schichten der Epidermis und dringt allmählich immer tiefer ein. Man findet es häufig in Zellen, welche vollkommen geſund erſcheinenden unmittelbar benachbart ſind. Auch in dem Rindengewebe der gebräunten Wurzelpartien ſind dieſelben Pilzfäden leicht nachzuweiſen. Trotz des abweichenden Vorkommens iſt nun dieſes Mycel identiſch mit dem in den Gefäſsen beobachteten, denn cultivirt man Schnitte des Gewebes auf Objectträgern oder gröſsere Stengelſtücke in feuchter Atmoſphäre unter unter einer Glasglocke, ſo ſieht man die weiſsen Conidienträger des Vert. albo-atrum in ihrer characteriſtiſchen Verzweigung direkt aus dieſen Mycelfäden hervorgehen (vgl. Taf. VIII, Fig. 4).

Auch hier tritt wie bei der Form A das Pilzmycel durch die Brutträger auf die jungen Knollen über, es überwintert an der Anſatzſtelle des Brutträgers, konnte aber niemals weit in das Innere der Knolle hinein verfolgt werden.

Werden die erzeugten Knollen im nächſten Frühjahr wieder ausgeſetzt, ſo zeigen ihre Triebe die Form C der Krankheit, nur ausnahmsweiſe ſcheint eine an einem kräuſelkranken Stock gereifte Knolle geſunde Sproſſe zu treiben.

Wir haben in der bisherigen Darſtellung die beiden Typen A und B von einander getrennt gehalten und ſcharf unterſcheiden können, in der Wirklichkeit kommen ſie jedoch zuweilen vereinigt an verſchiedenen Stengeln derſelben Staude, ja an demſelben Stengel vor,

wie bereits früher hervorgehoben wurde. So fanden ſich einige Exemplare, welche die Form B der Krankheit zeigten, bei denen nach einiger Zeit in den Gefäſsen einzelner ſtark welker Stengel Mycelium auftrat, es wurden ferner Stengel mit der Krankheitsform A gefunden, welche auch auf der Oberfläche des unterirdiſchen Theiles braune, mit Mycel inficirte Flecken trugen. Auch kamen an kranken Stengeln noch andere zuerſt auffallende Beſonderheiten vor. Während einige Stengel in normaler Weiſe die Form B der Krankheit zeigten, erwieſen ſich hin und wieder andere ebenfalls ſchon welke und erkrankte Stengel auf der Oberfläche des unterirdiſchen Theils nur ſpärlich mit braunen Flecken bedeckt und ebenſo fanden ſich an Stauden, von denen die Mehrzahl der Stengel die Krankheitsform A zeigten, hin und wieder einige ohne Mycel in den Gefäſsen, aber trotzdem welk. Dieſe Fälle gehören zu den Ausnahmen, ſie erfordern aber dennoch eine volle Erklärung; der Verſuch dazu wird unten gemacht werden. Aus dieſen Thatſachen geht hervor, daſs die Typen A und B der gleichen, nämlich der erſten Generation der Krankheit angehören.

Die als Typus C der Kräuſelkrankheit zu bezeichnende Form geht ausnahmslos aus Knollen hervor, welche an kräuſelkranken Stöcken der Typen A und B in der vorhergehenden Vegetationsperiode gereift waren.

Dieſe den Keim der Krankheit in ſich bergenden Knollen, welche kleiner zu ſein pflegen als geſunde Knollen der gleichen Race, treiben im Frühjahr Sproſſe hervor, welche ſogleich mit allen Merkmalen einer hochgradigen Kräuſelkrankheit behaftet ſind und ſpeziell den Beſchreibungen der Autoren zu Grunde gelegen haben.

Dieſe kranken Triebe kommen ſpäter zum Vorſchein, ſie entwickeln ſich langſamer, bleiben kürzer, als geſunde; die Blätter gelangen nicht zur vollen Entfaltung, ſondern bleiben klein, zuſammengezogen und zeigen nicht die freudig grüne Farbe der geſunden. Die Fiederblättchen ſind kraus und wellig gebogen, der gemeinſchaftliche Blatt-

ſtiel iſt zurückgekrümmt. Nach einiger Zeit treten, wie es auch KÜHN beſchrieben hat, mit deſſen Darſtellung wir hier vollkommen übereinſtimmen, an den Blättern und am Blattſtiel Verfärbungen und dunkle Flecke auf, welche ſich mehr und mehr vergröſsern. Zuerſt vertrocknen die unteren Blätter, allmählich auch die höher ſtehenden. Zugleich treten auch am Stengel braune Flecken hervor, anfangs an den Inſertionen der ſchon welken Blattſtiele, dann auch an anderen Stellen, bis der ganze Stengel von oben nach unten verdorrt. Enthält die Mutterknolle einen hinreichenden Vorrath von Reſerveſtoffen, ſo kann ſie nach dem Abſterben der zuerſt getriebenen Stengel weitere Augen zum Treiben bringen, aber alle Stengel gehen zu Grunde, ohne es bis zur Blüthe oder dem Anſatz neuer Knollen zu bringen. Zwiſchen dem Erſcheinen und Vergehen des erſten und des letzten ſolcher aus einer gröſseren Mutterknolle hervorgehender Stengel kann ein Zeitraum von Monaten liegen. Noch im Auguſt wurde neues Austreiben einer Knolle der *Sebec*-Kartoffel beobachtet, deren erſter Trieb ſchon Anfang Juni erſchienen und bald abgeſtorben war. Kleinere Knollen erſchöpfen ſich jedoch früher und gehen dann bald wie alle Mutterknollen in Fäulniſs über. Manche der ausgelegten, von kranken Stöcken entnommenen Knollen haben gar nicht getrieben.

Stengel und Blattſtiele zeigen bei dieſer zweiten Generation der Krankheit eine ganz auſsergewöhnliche Sprödigkeit, ſie brechen beim Biegen wie Glas.

Nimmt man einen ganzen Stock aus dem Boden heraus, ſo zeigt ſich das unterirdiſche Stengelſtück ſtets deutlich braun gefärbt (vgl. Taf. VIII, Fig. 1), bei etwas vorgeſchrittenerem Stadium auf der ganzen Oberfläche. Dazu treten beſonders bei kräftigen Stengeln Längsriſſe, welche das Rindenparenchym bis auf den Holzkörper durchſetzen. Dieſe Bräunung zeigt ſich früher als das Welken der Blätter und der oberirdiſchen Stengeltheile, ſie umfaſst entweder die ganze Oberfläche, oder erſcheint fleckenweiſe, am ſpäteſten tritt ſie auf an den unmittelbar unter der Erdoberfläche gelegenen Partien. Auch die Wurzeln ſind immer auf kürzere oder längere

Strecken gebräunt und welk, zuletzt alle abgeſtorben. Sie vertrocknen im Boden.

Die mikroſkopiſche Unterſuchung von Stengel und Knolle ergiebt Folgendes: An den oberirdiſchen Theilen iſt auch auf dieſer Stufe, wie wir in Uebereinſtimmung mit den früheren Beobachtern mit Einſchluſs von HALLIER beſtätigen können, ein Pilz nicht aufzufinden. Auch die genaueſte Durchmuſterung der mit Kali aufgehellten Gewebe ergab in allen Fällen daſſelbe Reſultat. Der Thatbeſtand iſt hier ein gleicher, wie er oben für das Stadium B zur Darſtellung gebracht ward. Ein Mycelium von derſelben Beſchaffenheit, wie es dort beobachtet wurde, durchſetzt auch hier die Gewebe der Rinde des *unterirdiſchen* Stengels, ohne ſich in den Gefäſsbündeln zu zeigen. Aufserdem findet ſich auch häufig, jedoch nicht conſtant, ein viel feineres Mycel, welches allgemein auf abſterbenden Kartoffeltheilen, die auch nicht kräuſelkranken Stauden entſtammen, verbreitet zu ſein ſcheint und welches auch bei der Form B beobachtet wurde. Demſelben zugehörige Fructificationsorgane konnten nicht aufgefunden werden (vgl. Taf. VIII, Fig. 2).

Die Cultur ſowohl gröſserer Stengelſtücke im feuchten Raum als auch dünner Schnitte auf Objectträgern zeigt auch hier das Hervorwachſen der Conididienträger des Vert. albo-atrum aus den Fäden des Myceliums, welche das Rindengewebe der erkrankten Triebe durchſetzen (vgl. Taf. VIII, Fig. 4 und betreffs der bei dieſer Form erzeugten Conidien, ihrer Keimung etc., die Figg. 4, 6, 7, 8 der Taf. IX).

Was endlich die ausgeſetzte Knolle anbetrifft, ſo erſcheint dieſelbe durchaus normal, ſie verhält ſich wie jede andere Mutterknolle. Quer- und Längsſchnitte ergeben, daſs ihr Gewebe im Innern vollkommen geſund iſt. Es wird hierbei jedoch vorausgeſetzt, daſs die Knolle noch nicht derart erſchöpft ſei, daſs in Folge davon ſchon wie bei jeder Mutterknolle die Fäulniſs eingetreten iſt. Macht man jedoch Tangentialſchnitte durch die Korkſchicht, ſo findet man die Zellen derſelben mit Mycelfäden dicht erfüllt, welche ſich von den in den Stengeln gefundenen äuſserlich nicht unterſcheiden laſſen. In

das Parenchym der Knolle ſieht man dieſe Fäden nicht eindringen. Cultivirt man kleinere Schnitte in der Feuchtkammer, ſo erſcheinen auf der inneren Schnittfläche bald kürzere Aeſte des Mycels, welche ſich zu zwerghaften Conidienträgern geſtalten und welche unzweifelhaft zu V. albo-atrum gehören (vgl. Taf. IX, Fig. 11). Das Mycel, welches wir im Herbſt an der Anſatzſtelle des Brutträgers vorfanden, umwächſt alſo die Knolle, ohne in ihr Inneres einzudringen und muſs dann aus der Korkſchicht auf die jungen Triebe übertreten.

Es wirft ſich hier deswegen die Frage auf: Zu welcher Zeit umwächſt das Mycel von Vert. albo-atrum die Oberfläche der ganzen Knolle, findet dies ſchon im Herbſt ſtatt, ſo lange die Knollen noch in der Erde liegen, oder im Winter während der Aufbewahrung im Keller, oder erſt im Frühjahre nach der Ausſaat?

Wie wir bei der Beſprechung der Krankheitsformen A und B ſahen, iſt im Herbſt bei den Brutknollen von kranken Stauden das Mycel von Vert. albo-atrum leicht an der Anſatzſtelle des Brutträgers, zum Theil auch noch in den Gefäſsen im Innern der Knolle nachzuweiſen. Durchmuſtert man zu dieſer Zeit auch andere Theile der Oberfläche von Brutknollen, ſo wird man in den Korkſchichten wohl niemals vergeblich nach Pilzfäden ſuchen, man findet ſolche immer, wenn auch nur ſpärlich, aber nicht allein auf den kranken Brutknollen, ſondern ebenſo gut auf ſolchen, die an geſunden Stauden gewachſen ſind. Zumeiſt ſind es Mycelfäden von Pleospora herbarum, welche ſtellenweiſe ſogar reichlich die Korkzellen durchwuchern und welche, wenn die Knollen in nicht gar zu trockener Atmoſphäre gehalten werden, zahlreiche Conidienträger an die Oberfläche ſenden, an denen die allbekannten Conidien gebildet werden. Es fallen ferner ſchon dem bloſsen Auge auf faſt allen Knollen kleine ſchwarze, etwas hervorragende Pünktchen auf, welche ſich unter dem Mikroſkop als kleine Sclerotien erweiſen und welche meiſt den Raum einer Korkzelle erfüllen, deren Umriſſen ſie ſich vollſtändig anſchmiegen. Sie gehören unzweifelhaft zu der ſpäter noch näher zu beſprechenden, auf Kartoffeltheilen äuſserſt häufigen Periola-Form, denn ſie treiben in

der Cultur aus, und an den entſtandenen Mycelfäden wurde einigemale die Bildung der für jene charakteriſtiſchen Conidien beobachtet. Das zugehörige Mycelium iſt farblos und ſeptirt und leicht mit dem von Vert. albo-atrum zu verwechſeln, doch ſind die älteren Fäden meiſt bedeutend dicker. Aber es treten auch Mycelien auf, die in keiner Weiſe von dem Mycel des Verticillium zu unterſcheiden ſind, erſt umſtändlichere Culturverſuche müſſen uns Gewiſsheit verſchaffen, ob es zu demſelben gehört oder nicht.

Cultivirt man Knollen, geſunde ſowohl wie kranke, einige Zeit im feuchten Raume, ſo findet man bei der ſpäteren Unterſuchung die Mycelfäden bedeutend vermehrt. Auf der unverletzten Oberfläche erſcheinen jedoch keine Conidienträger von Vert. albo-atrum, auch bei den kranken Knollen treten ſie nur an der Anſatzſtelle des Brutträgers auf. Bei dieſen kann man ſie jedoch auch aus anderen Theilen hervorlocken, wenn man eine Scheibe von der Knolle abſchneidet und ſo das innere Gewebe bloſslegt. Auf der Schnittfläche erſcheinen nach einiger Zeit Mycelfäden, welche vom Rande nach der Mitte vordringen, ſie ſind zuerſt ganz unſcheinbar, ſpäter bilden ſie einen feinen weiſsen Ueberzug, aus dem zahlreiche Conidienträger von Vert. albo-atrum emporragen. Das Mycel dringt aber auch hier niemals tief in das Gewebe der Knolle ein, indem ſich letztere auch gegen Verticillium durch eine Korkſchicht zu ſchützen vermag. Offenbar findet der Pilz aber in den ihm preisgegebenen äuſseren Parenchymſchichten hinreichende Nahrung, um zur Conidienbildung zu gelangen, was ihm in der Korkſchicht nicht möglich iſt.

An geſunden Knollen derſelben Race, welche in der gleichen Weiſe behandelt wurden zeigte ſich Vert. albo atrum nicht, obwohl die Unterſuchung ergab, daſs zahlreiche Mycelfaden in der Korkſchicht vorhanden waren Dieſelben gehören daher nicht zu Vert. albo-atrum aber höchſt wahrſcheinlich zu Nectria Solani und Verticillium cinnabarinum, deren Conidienträger auch auf feucht liegenden, noch geſunden Knollen beobachtet werden, die aber bekanntlich erſt mit dem Eintritt der Fäulniſs zur maſſenhaften Entwickelung kommen.

Wir werden daher auch die auf kranken Knollen ſchon im Herbſt gefundenen vereinzelten Mycelfäden als zu den erwähnten beiden Saprophyten gehörend anſehen müſſen, während Vert. albo-atrum auf eine kleine Stelle an dem Anheftungspunkte des Brutträgers beſchränkt zu ſein ſcheint. Die weitere Ausbreitung von hier geſchieht ſchon im Herbſt, wenn die Knollen bei Zimmertemperatur feucht gehalten werden, bei trockenerer Lage trat den Winter hindurch eine erhebliche Vermehrung der Pilzfäden auf der Oberfläche nicht ein, ein Gleiches wird auch in nicht zu feuchten und warmen Kellern der Fall ſein. Normaler Weiſe wird alſo die Umſpinnung der ganzen Knollenoberfläche erſt im Frühjahre nach der Ausſaat erfolgen.

Uebrigens wird es ſich nur dadurch ſicher entſcheiden laſſen, ob der Pilz im Herbſt wirklich noch auf die erwähnte kleine Stelle der Oberfläche beſchränkt iſt, daſs man kranke Brutknollen ſchon im Herbſt der Querrichtung nach halbirt und nun durch getrenntes Auspflanzen der Hälften unterſucht, ob etwa die obere Hälfte geſunde Pflanzen erzeugt oder nicht. In dieſer Weiſe angeſtellte Culturen haben leider bis jetzt ein Reſultat noch nicht geliefert. —

Kehren wir nun zur Hauptſache zurück, ſo mag als wichtigſtes Moment noch einmal hervorgehoben werden, daſs die im Stadium C der Kräuſelkrankheit befindlichen Stauden niemals neue Knollen zu produciren vermögen, mit dieſem Typus muſs alſo die Reihe der kräuſelkranken Generationen ausſterben, welche ſomit wohl immer nur aus zwei Gliedern beſteht. —

Die Frage, welche jetzt an uns herantritt, iſt folgende: Wie entſteht die Kräuſelkrankheit in der erſten Generation und wird dieſelbe durch den zu Verticillium gehörigen Pilz hervorgerufen?

Daſs der Kräuſelkrankheit der Charakter einer Infectionskrankheit zukomme, wird dadurch nahe gelegt, daſs ſie in erſter Generation autochthon in bis dahin geſunden Individuen zum Vorſchein kommt.

Die uns bekannten Infectionskrankheiten der Gewächſe werden aber durch Pilze oder durch Bacterien hervorgerufen. Da nun Bacterien in dem Gewebe kräuſelkranker Stengel und Knollen, ſofern

dieſelben nicht ſekundär in Naſsfäule übergingen, niemals nachzuweiſen waren, ſo muſste der conſtant in den kräuſelkranken Stöcken gefundene Pilz als wahrſcheinlicher Erreger der Krankheit ins Auge gefaſst werden. Ein Beweis für die Richtigkeit dieſer Muthmaſsung war nur durch Impfung geſunder Kartoffelpflanzen mit dieſem Pilze zu erbringen.

Freilich iſt es an ſich nicht leicht erfindlich, welch' anderer Urſache man die Bräunung der Stengel und das Abſterben der Wurzeln zu ſchreiben ſoll, als eben dem ſich darin findenden Mycel, wenn man nicht verdorbenen Säften in den Knollen oder ungeeigneter Bodenbeſchaffenheit die Schuld geben will, was Beides mit den Thatſachen ſchlecht in Einklang zu bringen iſt. Denn der letztere Einwand iſt aus dem Grunde zu verwerfen, weil die kranken Exemplare ja zerſtreut und vereinzelt zwiſchen vollkommen geſunden gefunden werden. Für den erſteren könnte die glaſige Beſchaffenheit des Stengels ſprechen, welche ja jedenfalls abnorme Stockungen der Säfte anzeigt, allein bei der groſsen Unwahrſcheinlichkeit, welche eine ſolche Annahme nach allen neueren Erfahrungen beſitzt, werden wir richtiger die beobachteten Abnormitäten als Folgen einer andersartigen Krankheitsurſache aufzufaſſen haben.

Als Reſultat der von uns zur Entſcheidung der Frage angeſtellten Impfungen war natürlich immer nur eine Erzeugung der erſten Generation der Krankheit zu erwarten, alſo der beiden Typen A und B.

Eine gröſsere Reihe von Infectionsverſuchen ergab zum Theil ein negatives Reſultat; es bezieht ſich dies auf alle die Fälle, wo eine Impfung von auſsen in die Knolle und das Rindenparenchym des Stengels verſucht wurde. Es konnte dadurch keine der beiden Krankheitsformen erzeugt werden. Wir haben Grund anzunehmen, daſs die Urſache theils darin begründet iſt, daſs die im Sommer 1878 zu derartigen Impfungen benutzten Knollen nicht zu denjenigen Racen gehörten, welche ſich der Krankheit am zugänglichſten zeigen, theils aber auch in anderen ſekundären Umſtänden zu ſuchen iſt. Die bisherigen Ergebniſſe laſſen ein endliches Gelingen doch wahrſcheinlich erſcheinen.

Das Reſultat der Verſuche iſt jedoch im Allgemeinen als ein poſitives zu bezeichnen, indem die Erzeugung des Stadiums A, bei

welchem das Mycelium des Pilzes in den Gefäfsen ſich findet, durch künſtliche Infection geſunder Kartoffelſproſſe mit den Conidien von Vert. albo-atrum vollſtändig gelungen iſt.

Zu dieſem Behufe wurden Stengel geſunder Pflanzen mit dem Scalpell eine kleine Strecke weit der Länge nach aufgeſpalten und der Schnitt ſo geführt, daſs gerade ein Gefäſsbündel getroffen war. In die Wunde wurden dann reine Conidien hineingebracht, welche von Stengeln ſtammten, die die Form A der Krankheit gezeigt hatten. Die Oeffnung wurde darauf zur Abhaltung fremder Pilzſporen und um die Austrocknung zu verhüten mit einer Compreſſe umwunden. Nach 4—6 Wochen kam ein Theil der geimpften Stengel zur Unterſuchung. Bei denjenigen, wo der Schnitte in Gefäſsbündel wirklich durchſchnitten hatte, war die Infection gelungen, alle Gefäſse zeigten ſich mit Mycel erfüllt, theilweiſe bis zur Spitze des Stengels hinauf. Letzterer, ſowie auch die Blattſtiele waren nicht brüchig, beim Welken wurden die Blättchen gelb und zeigten keine ſchwarzen Flecken. Diejenigen Stengel, bei denen durch den Schnitt kein Gefäſsbündel geöffnet worden war, blieben geſund; die Conidien hatten jedoch gekeimt, das Mycel ſich aber nur in den freigelegten und abgetödteten Parenchymzellen ausgebreitet und einzelne kleine Conidienträger erzeugt. Das tiefer liegende Gewebe war durch eine Korkſchicht geſchützt. Stengel, welche nach erfolgreicher Impfung zeitiger unterſucht wurden, zeigten, daſs von der Impfungsſtelle aus das Mycel zunächſt in dem einen Gefäſsbündel auf- und abwärts wächſt, an den beiderſeits mit dieſem Gefäſsbündel in Communication ſtehenden Blattknoten tritt es dann auch auf andere Gefäſsbündel des Stengels über. Die allmählich vertrocknenden Stengel ſchwärzten ſich von dem Mycel ſpäter ebenſo, wie die im Freien gefundenen kranken Exemplare, in jeder Hinſicht erwies ſich das Mycel als vollkommen identiſch mit dem in ſpontan erkrankten Individuen auftretenden.

Es könnte auffallen, daſs an den Blättern der künſtlich inficirten Stengel beim Welken keine braunen Flecken auftraten. Vielleicht verhalten ſich in dieſer Hinſicht verſchiedene Varietäten verſchieden;

die zu den Verſuchen gebrauchten Knollen waren leider vorher nicht beſtimmt worden. Es iſt aber ſehr wahrſcheinlich, daſs das Fleckigwerden der Blätter eben nicht charakteriſtiſch iſt für die reine Form A der Kräuſelkrankheit, denn wie wir auch früher geſehen haben, treten dieſe Flecken an den kranken Exemplaren keineswegs conſtant auf, und wo ſie vorhanden, treten ſie meiſt nur wenig hervor. Umfaſſendere Verſuche müſſen hierüber entſcheiden, ſowie auch darüber noch Gewiſsheit verſchaffen, ob auch die *künſtlich* inficirten Pflanzen kräuſelkranke Brutknollen erzeugen, was allerdings nicht zu bezweifeln iſt. Die zu den Impfungsverſuchen verwendeten Exemplare waren in Töpfen gezogen und brachten nur winzige Knollen hervor, in denen ebenſo wenig wie in den Brutträgern Mycel gefunden wurde.

Da wir wiſſen, daſs aus der Form A der Kräuſelkrankheit in zweiter Generation die Form C hervorgeht, ſo iſt mit den angeführten Verſuchen die Bedeutung von Vert. albo- atrum als Urſache und Erzeuger der Krankheit bewieſen. Wenn es bisher nicht gelang, auch den Typus B künſtlich hervorzurufen, ſo liegt es unzweifelhaft an der ungenügenden Form der Verſuche, und wird ſich auch dies realiſiren laſſen. Folgender Verſuch giebt bereits eine Andeutung für das Gelingen ſolcher Impfungen: Geſunde Knollen wurden in ſtark mit Conidien von Verticillium inficirte Erde eingeſetzt und zum Treiben gebracht. Bei der Unterſuchung nach längerer Cultur zeigten ſich zahlreiche Wurzeln auf gröſsere und geringere Strecken gebräunt und mit Mycel durchwachſen, während zur Controle in dieſelbe aber nicht inficirte Erde ausgeſetzte Knollen vollkommen unverſehrte Wurzeln beſaſsen. Sehr wahrſcheinlich wird dieſe Methode bei Anwendung von der Kräuſelkrankheit unterworfenen Sorten und bei hinreichend frühzeitigem Ausſetzen leicht zum Ziele führen.

Auſser den erwähnten wurden noch Verſuche gemacht, das Eindringen des Verticillium in einzelne geſunde Wurzeln unmittelbar zu konſtatiren. Ausſaat von reinen Conidien auf die Wurzeln in feuchter Atmoſphäre blieb erfolglos, da die Conidien nicht keimten. Als jedoch Stücke von mit Mycel behafteten Stengeln und kleinere Mycelpartien

mit gefunden Wurzeln in Berührung gebracht wurden, gelang die Infection mehrere Male, befonders ein Fall war evident: Auf eine gefunde ca. 5 *cm* lange, frei im feuchten Raum wachfende Wurzel wurde in der Nähe der Spitze eine kleine Mycelpartie aufgelegt. Nach zwei Tagen fing die Spitze der Wurzel an fich aufwärts zu krümmen, am vierten Tage bildete fie mit der früheren Richtung einen rechten Winkel. Bei der Unterfuchung an diefem Tage zeigte fich, dafs das Mycel, wo es aufgelegt worden, reichlich in die Epidermiszellen eingedrungen war und fich in einem kleinen, elliptifchen, bräunlichen Fleck verbreitet hatte, der an der Stelle der ftärkften Krümmung lag. Die Mycelfäden fanden fich in den drei oberen Zellfchichten. Es geht hieraus hervor, dafs der Pilz durch die unverletzte Epidermis in das Innere der Wurzeln einzudringen vermag.

Wie haben wir uns nun den Krankheitsverlauf im Einzelnen zu denken, und wie erfolgt unter normalen Umftänden im Freien die Infection? Unzweifelhaft wird in der letzten Krankheitsform C das Mycel beim Austreiben von der Knollenoberfläche auf die jungen Stengel übertragen. Hier breitet es fich langfam in der Rinde aus und befällt die nächftftehenden Wurzeln, zuerft die äufserften Schichten derfelben abtödtend. Ift fo nur an einer kurzen Stelle die ganze Rindenfchicht rund um den axilen Gefäfsftrang zerftört, fo wird natürlich der ganze übrige Theil der Wurzel von hier bis zur Spitze bald aus Nahrungsmangel abfterben müffen. In dem todten Gewebe verbreitet fich dann der Pilz rafch der ganzen Länge nach. Wo das kranke Gewebe im Boden mit einer gefunden Wurzel in Berührung kommt, was bei den zahlreichen Veräftelungen derfelben jedenfalls nicht felten ftattfindet, wird auch diefe leicht inficirt werden können. So erklärt fich das häufige Auftreten ifolirt erkrankter Partien an den Wurzeln befallener Stauden.

Von folchen neuen Infectionsftellen aus wird wieder ein grofser Theil der Wurzel abgetödtet werden, gegen den Stamm zu wird das Mycel jedoch langfamer vordringen, da es hier fortwährend mit gefundem Gewebe zu kämpfen hat. Der Befund bei der Unterfuchung kranker

Pflanzen ſteht mit dieſer Verbreitungsart des Pilzes in dem Wurzelgewebe in Einklang. —

Daſs von kranken Stauden ſtammende Knollen zuweilen gar nicht treiben, könnte zweierlei Urſache haben. Entweder können die Augen ſchon vor dem Austreiben von dem Pilzmycel abgetödtet ſein, oder dieſe Knollen ſind wegen zu ungenügender Reife nicht lebenskräftig genug, um überhaupt ſich noch weiter entwickeln zu können. Letzteres erſcheint als das wahrſcheinlichere, es erklärt die Verſpätung des Austreibens aller kranken Knollen.

Jedenfalls wird in dieſer Thatſache, ſowie in dem raſchen Zugrundegehen der austreibenden Sproſſe der zweiten Generation eine Schwächung der Organiſation zu erblicken ſein, welche der Kartoffelſtock in der erſten Generation der Kräuſelkrankheit erfahren hat. Der Umſtand ferner, daſs in den Stadien B und C das Mycelium des Pilzes auf die unterirdiſche Baſis der Stengel beſchränkt bleibt, iſt ein beredtes Zeugniſs dafür, daſs lokaliſirte Pilzwucherungen Stockungen der Säfte und Beeinträchtigung der Zellenthätigkeit in entlegenen, vom Pilze direkt nicht berührten Theilen einer Pflanze hervorbringen können. Ebenſo ergiebt ſich aus dem Vergleich der Typen A mit B und C, wo das eine Mal der Pilz die Gefäſse, das andere Mal das Rindenparenchym durchwuchert, daſs der Ort des Vorkommens eines paraſitiſchen Pilzes den Habitus einer erkrankten Pflanze zu bedingen vermag.

Ob die Form B der Krankheit nur durch direkte Infection der Wurzeln und der Stengeloberfläche von aufsen entſteht, oder ob auch hier ein Eindringen des Mycels in Stengel und Wurzeln von der Knollenoberfläche her ſtattfinden kann, iſt nicht entſchieden, denkbar ſind beide Fälle. Nach den bisherigen Erfahrungen gehört die Form B aber zur erſten Generation der Krankheit.

Bei der Form A endlich iſt von vornherein eine Annahme, nämlich die, daſs das Mycel von der Oberfläche des unterirdiſchen Stengeltheils in die Gefäſse eindringe, ausgeſchloſſen, weil ſich die Rinde der betreffenden Stengel als pilzfrei erweiſt. Näherliegend wäre die

Infection von den Gefäfsbündeln angegriffener Wurzeln aus, aber dies mufs darum für unwahrfcheinlich erklärt werden, weil im frühen Stadium der Form A die Wurzeln noch gefund find. Wie würde es fich in diefem Falle ferner erklären, dafs wir Stengel finden, wie bei der Form B der Krankheit, welche zahlreiche verletzte Wurzeln aufweifen, ohne dafs die Gefäfse nur eine Spur von Mycel zeigten. Darum fcheint nur ein Weg für das Eindringen des Pilzes bei der Form A übrig zu bleiben, nämlich der von dem Innern der Mutterkartoffel her. Nun zeigen aber die gemachten Verfuche unwiderleglich, dafs ein Eindringen des Pilzes in das Innere der gefunden Knolle nicht ftattfindet*) weil jede Wunde auch bei Vorhandenfein von Vert. alboatrum bald durch eine Korkfchicht gefchloffen wird. Ein Eindringen in die Gewebe der Mutterknolle wird alfo jedenfalls erft beim Abfterben derfelben oder kurz vorher ftattfinden können. Da fich der Pilz als eminenter Saprophyt, wie wir ihn trotz feines zeitweiligen Parafitismus kennen gelernt haben, im faulenden Gewebe fehr rafch verbreitet, fo wird er noch vor dem gänzlichen Zugrundegehen der Knolle bis zu den Anfatzftellen der Stengel gelangen und hier einen offenen Weg in die Gefäfse finden. Die Zeit des erften Auftretens der Krankheitsform A von Mitte Juli an ftimmt mit diefer Annahme gut überein, denn um diefe Zeit pflegen die Mutterknollen gerade zu verfchwinden.

Wir fahen früher, dafs Combinationen der Typen A und B an einem Individuum vorkommen und in der That fcheint ein folches Zufammentreffen nach dem zuletzt Gefagten ganz naturgemäfs. An einem Stengel, der die Form B zeigt, wird beim Faulen der Knolle der Pilz auch von unten her in die Gefäfse eindringen können. Weil der Stengel jedoch zu früh abftirbt, gelangt er nicht bis zur Spitze

*) Abgefehen natürlich von den Brutknollen kranker Pflanzen, wo, wie wir gefehen, zuweilen der Pilz ziemlich weit in die Gefäfse eindringt. Dies ift für den vorliegenden Fall ohne Bedeutung, da ja diefe Knollen die Form C erzeugen.

Die in der Cultur an ihnen gemachten Erfahrungen beweisen, wie fchon oben angeführt, dafs das Mycel in den Gefäfsen nur äufserft geringe Fortfchritte macht.

hinauf. Umgekehrt wird auch bei der Form A ein Uebertreten aus der abgeſtorbenen Knolle auf die Oberfläche des Stengels und auf die Wurzeln keine Schwierigkeiten bieten.

Auch die Frage muſs hier ihre Erörterung finden, ob die Kräuſelkrankheit als anſteckend aufzufaſſen iſt oder nicht. Aus der Erfahrung wiſſen wir, daſs ſie vereinzelt zwiſchen geſunden Stauden auftritt. Man könnte daraus die Vermuthung herleiten, daſs ſie nicht anſteckend wäre. In dem Vorhergehenden wurde jedoch die Infection von Wurzel zu Wurzel als wahrſcheinlich und häufig vorkommend angenommen, woraus ſich gerade das Gegentheil ergeben würde. Eine Infection der Wurzeln einer geſunden Staude durch diejenigen einer benachbarten kranken iſt unzweifelhaft möglich und muſs erfolgen, vorausgeſetzt, daſs eine Berührung zwiſchen den beiderſeitigen Wurzeln ſtatthat. Nun werden aber die Kartoffelknollen ſo weit von einander entfernt ausgelegt, daſs eine Berührung der Wurzeln verſchiedener Stauden doch weniger häufig ſein wird, als man denken könnte, ferner wird aber, wenn wirklich eine Infection eintritt, dieſe nur an vom Stengel entfernteren Stellen ſtatthaben und ſo eine direkte Gefahr für die Pflanze noch nicht herbeizuführen brauchen. Anders verhält es ſich jedoch mit den verſchiedenen Stengeln ein und derſelben Staude; dieſe ſtehen dicht neben einander, ihr Wurzelſyſtem iſt dicht verflochten und die Wahrſcheinlichkeit, daſs einer verſchont bleibe, iſt ſehr gering.

Faſſen wir die Ergebniſſe der letzten Betrachtungen zuſammen, ſo würde die Infection einer geſunden Kartoffelpflanze durch Vert. albo-atrum unter allen Umſtänden nach der Ausſaat im Acker vor ſich gehen. Die Conidien ſowohl wie die Sclerotien des Pilzes können in der Ackererde vorhanden ſein, in welche bei der Ausſaat die Kartoffel hineingelegt wird, ſie keimen an der Oberfläche der Knollen und der hervorbrechenden Wurzeln und dringen in die letzteren ein. Je nachdem ſich der Pilz den Eintritt in die Rinde bahnt oder in die Gefäſse des Kartoffelſtengels, erzeugt er den Typus B oder A der Kräuſelkrankheit.

Die Verbreitung des Pilzes in der Ackerkrume wird ausgehen

vor Allem von vorhandenen Reſten der abgeſtorbenen Stengel und Wurzeln kräuſelkranker Stauden. Die modernden Gewebe derartiger Rückſtände einer vorjährigen Kartoffelpflanzung bieten den Conidien wie den Sclerotien von Vert. atro-album den günſtigſten Boden für Keimung und Weiterentwicklung. Die Gefahr für eine ausgepflanzte Kartoffel iſt drohend, wenn ihre unterirdiſchen Theile mit derartigen Reſten in Berührung kommen.

Für eine allgemeinere Verbreitung des Pilzes ſpricht noch die Thatſache, daſs auch hier und da an übrigens geſunden Pflanzen braune Flecken ſowohl an den Wurzeln, wie an den unterirdiſchen Theilen der Stengel zur Beobachtung gelangen. Obgleich in dieſen Flecken ſich ein dem von Verticillium in jeder Beziehung gleichendes Mycel nachweiſen lieſs, ſo waren doch keine Symptome der Kräuſelkrankheit an den Stengeln der Pflanzen ſichtbar. Der Grund dafür wird zum Theil in der noch geringen Ausbreitung der Flecken, bei vielen Raçen in der gröſseren Widerſtandsfähigkeit gegen den Pilz zu ſuchen ſein, da ja bekanntlich nur einzelne Racen der Krankheit unterworfen ſind*).

Die angeführten Thatſachen werden uns leiten müſſen, wenn wir nach Methoden ſuchen, um der Kräuſelkrankheit vorzubeugen.

Wie bei anderen Pflanzenkrankheiten, ſo werden wir auch hier nicht Zeit und Mühe verſchwenden, einen einmal erkrankten Stock retten zu wollen. Abgeſehen davon, daſs derartige Bemühungen vorausſichtlich erfolglos ſein dürften, würde ihr praktiſcher Werth ein zu geringer ſein. Demnach werden wir unſer Hauptaugenmerk auf *Präventivmaſsregeln* concentriren. Der Verlauf der Krankheit, wie

---

*) In BIEDERMANN's Centralblatt Bd. IX. 1876 S. 64 werden folgende Racen namentlich aufgeführt: 1) *Early Roſe*, 2) *Sebec*-Kartoffel, 3) Late Roſe, 4) Early Cottage, 5) Blaſsrothe Niere von Sölmnitz, 6) Luxemburger weiſse runde Kartoffel, 7) Early Vermont, 8) Brefees Peerless, 9) Hundredfold Feuck, 10) Früheſte rothe 6 Wochen Kartoffel, 11) Calico.

An den beiden zuerſt aufgeführten, cursiv gedruckten Racen wurde die Krankheit auch von uns beobachtet, aufserdem aber noch an der Race «Rothe Amerikaner».

er oben geſchildert, zeigt uns folgende Wege, um eine epidemiſche Ausbreitung der Krankheit zu verhüten:

Erſtens muſs Sorge getragen werden für reines Saatgut. Dies wird am ſicherſten erreicht, wenn man bereits im Sommer auf Kartoffeläckern, wo Saatkartoffeln gebaut werden, alle diejenigen Stauden frühzeitig herausnimmt, welche Spuren der Kräuſelkrankheit zu erkennen geben. Die von dieſen Pflanzen angeſetzten Knollen werden ſich gekocht als Viehfutter verwenden laſſen. Iſt aber auf einem Acker das Kraut bereits durchgängig abgetrocknet, ſo wird das Erkennen kräuſelkranker Knollen unmöglich ſein.

Zweitens hat man darauf zu ſehen, daſs die Ackererde, in welche Kartoffeln ausgepflanzt werden ſollen möglichſt frei ſei von Conidien und Sclerotien des Verticillium. Es kann dies angeſtrebt werden dadurch, daſs man im Herbſte die trockenen Stengel und andere Reſte der Vegetationsorgane von Kartoffeln, deren Knollen bereits geerntet, ſind durch Verbrennen zerſtört. Die dann noch im Boden ſteckenden Theile, abgeſtorbene Wurzeln und dergleichen, werden hierbei immer noch als Heerde einer ſaprophytiſchen Wucherung des Pilzes die Verbreitung deſſelben befördern können. Da aber Vert. atro-album, wenn es auch von anderen organiſchen Reſten ſich zu ernähren vermag, dennoch unzweifelhaft ein zur Kartoffelpflanze ſpezifiſch zugehöriger Pilz iſt, ſo wird man der Infection einer friſchen Ausſaat durch den Ackerboden dadurch begegnen können, daſs man den Anbau von Kartoffeln auf demſelben Areal eine Reihe von Jahren hindurch unterläſst.

Endlich mag noch hervorgehoben ſein, daſs auch die Anſteckung geſunder Knollen durch kräuſelkranke nicht ganz ausgeſchloſſen erſcheint, ſobald ſich dem Pilze durch Feuchtigkeitsverhältniſſe u. ſ. w. günſtige Vegetationsbedingungen darbieten. In wie weit ſolche Verbreitung des Pilzes von kranken Knollen auf geſunde thatſächlich vorkommt, und welche Bedingungen dieſelbe begünſtigen, muſs ſpeziell darauf gerichteten Unterſuchungen überlaſſen bleiben. —

Zum Schluſſe bedürfen noch die Widerſprüche, welche zwiſchen

der von uns vertretenen Darlegung des Wefens und der Urfachen der Kräufelkrankheit und der von HALLIER, dem neueften Monographen der Kräufelkrankheit, gegebenen einer kurzen Beleuchtung.

Wir ftimmen, wie bereits andeutungsweife hervorgehoben wurde, mit HALLIER darin überein, dafs die Kräufelkrankheit auf zwei vegetative Generationen der Kartoffelpflanze fich vertheilt, dafs fie von der erften auf die zweite fich vererbt und mit der zweiten Generation ausftirbt, weil diefe keine neuen Knollen zu erzeugen vermag. Während jedoch HALLIER den Nachweis führte, dafs in der erften Generation der Krankheit ein Mycelium in den Gefäfsen auftritt, fo vermiffen wir doch fchon bei ihm die Unterfcheidung des von uns als Typus B bezeichneten Zuftandes der erften Generation. Auch in der zweiten Generation ift HALLIER das conftante Vorkommen des Pilzmyceliums in der Rinde des unterften Stengelgliedes entgangen.

Auf das entfchiedenfte müffen wir aber beftreiten, dafs der in den Geweben der kräufelkranken Pflanzen vorkommende Pilz identifch fei mit einer Art der Gattung Pleospora, wie HALLIER es darftellt. Wenn auch unzweifelhaft noch andere Fruchtformen als die von uns allein beobachteten Conidienträger in den Kreis der Entwickelung des Verticillium gehören, fo ift doch nach allem, was wir über die Fortpflanzungsorgane von Pleospora wiffen, eine Zugehörigkeit unferes Pilzes zu diefer Gattung durchaus unwahrfcheinlich, vermuthlich werden die eventuell zu beobachtenden Perithecien ihn in die Gruppe der Nectriaceen verweifen.

Die eigenen Darftellungen HALLIER'S geben uns Anhaltspunkte dafür, wie derfelbe dazu gelangte, das im Stengel kräufelkranker Kartoffeln gefundene Mycelium für das einer Pleospora zu erklären.

Zunächft hat HALLIER unzweifelhaft auch die fchwarzbraunen Dauermycelien des Verticillium beobachtet und theilweife mit Pleospora-Conidien verwechfelt (man vergleiche feine Fig. 5 u. 8 auf Taf. II, fowie 1 u. 3 auf Taf. III).

Sodann finden fich die Gebilde, welche er, freilich ohne den Beweis dafür zu erbringen, für Pycniden von Pleospora polytricha

erklärt, überaus häufig auf abgeſtorbenen Kartoffeltheilen, aber keineswegs ausſchliefslich auf den Stengeln kräuſelkranker Stöcke, ſondern ebenſo verbreitet auf Pflanzen, welche von der Krankheit völlig verſchont geblieben waren. Wir haben übrigens häufig kräuſelkranke Stengel, vor Zutritt fremder Sporen geſchützt, cultivirt, auf denen keine Spur von ihnen auftrat.

Wir haben die von HALLIER als Pleospora-Pycniden gedeuteten Gebilde vielfach beobachtet, allein es blieb uns ſehr zweifelhaft, ob dieſelben zu einer Pleospora gehören können. Auch zeigten ſich die ſchwarzbraunen halbkugligen Polſter, welche mit den ſpitzen Appendices bedeckt ſind, im Innern von einem ſoliden, mit Reſerveſtoffen dicht erfüllten Pſeudoparenchym gebildet, ſo daſs auch die Bezeichnung »Pycniden« noch keineswegs zutreffend erſcheint. Man wird ſie Stromata oder gar Sclerotien nennen müſſen.

Die Entſtehung dieſer Stromata und die zugehörigen Conidien haben wir übrigens beobachtet. Das beſonders im Alter ziemlich dicke Mycel durchſetzt das Gewebe abgeſtorbener Kartoffeltheile, einzelne ſich ſtark verzweigende Aeſte treten an die Oberfläche, indem ſie die Epidermis durchbrechen. Hier bilden ſie zuerſt ein kleines, wenig hervorragendes Polſter, auf dem die Conidien abgeſchnürt werden. Dieſelben ſind ſtäbchenförmig, farblos, ca. 16 Mik. lang und 5 Mik. breit, (vgl. Taf. IX, Fig. 12a, 14, 15) von einer zarten Membran bekleidet, im Anfang einzellig mit einer groſsen Vacuole in der Mitte. Beim Beginn der Keimung, welche im Waſſertropfen auf dem Objectträger beobachtet wurde (vgl. Taf. IX, Fig. 12b, 13) entſtehen zwei deutliche Vacuolen, und es tritt in der Mitte eine Scheidewand auf. Jede der ſo entſtandenen Zellen vermag einen Keimſchlauch auszutreiben, welcher ſich ſeptirt, und deſſen Terminalzelle wir ſchliefslich anſchwellen und ſich in eine derbwandige, ſchwarzbraune Dauerzelle verwandeln ſahen. Dieſe Dauerzelle vermag durch Theilung in ein vielzelliges Sclerotium überzugehen.

Schon beim erſten Hervorbrechen der jungen Polſter zeigt ſich meiſt in ihrer Mitte ein derbwandiges, braunes, gegliedertes Haar,

die Fortſetzung meiſt des centralen der Mycelumäſte (vgl. Taf. IX, Fig. 14). Indem durch die durchbrochene Stelle der Epidermis ſich immer mehr Verzweigungen des Pilzes emporſchieben, wächſt ein Theil der Aeſte zu weiteren Haaren aus, den Appendices von HALLIER, während die übrigen Aeſte mit einander feſt verwachſen das pſeudo-parenchymatiſche Stroma bilden (Fig. 15). Später erliſcht die Conidienbildung, und nach einiger Zeit, während welcher die Gröſsenzunahme fortdauert, haben wir die halbkugligen, ſchwarzen, mit leicht abbrechenden Haaren bedeckten Körper. Die Weiterentwicklung derſelben blieb unermittelt. Wollen wir dieſen zuletzt erwähnten Pilz einem der für Conidienträger und Stromata gebildeten Formgenera zutheilen, ſo würde hierfür wohl nur die Gattung Periola von FRIES als einigermaſsen zutreffend erſcheinen.

Nachträglicher Zuſatz. Einzelne, im Februar 1879 in Töpfen austreibende Knollen, die von Kartoffelſtauden ſtammten, welche die Symptome des Typus A der Kräuſelkrankheit nur in geringem Grade gezeigt hatten, lieferten Sproſſe, die ſogleich mit dem Charakter des Typus B behaftet waren, ſo daſs dieſer letztere alſo auch in zweiter Generation zu entſtehen vermag. Weil dieſe Pflanzen gut ausgebildete Blätter beſaſsen, haben ſie auch ziemlich groſse, ſicher triebfähige Knollen angeſetzt, mittelſt deren hier die Krankheit ſich auf *drei* Generationen erſtrecken wird. Danach ſind die Typen B und C nur gradweis verſchieden, mit C muſs die kranke Generationsreihe ausſterben, weil die Blätter nicht zu aſſimiliren und daher keine neuen Reſerveſtoffe zu bilden vermögen.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I. *Hypomyces Solani.*

Fig. 1. Verſchiedene Formen reifer Microconidien (380/1).

Fig. 2. Bildung der Microconidien auf unverzweigtem Träger. a) Mycelfaden, b) abgeſchnürte Microconidien; c) Anaſtomoſen des Mycels; d) Conidienträger, bei s das als Scheitelzelle des Conidienträgers fungirende Sterigma (380/1).

Fig. 3. Keimende Microconidie mit verzweigtem Mycel (380/1).

Fig. 4. Keimende Microconidie, wo die Keimſchläuche Strahlen zweiter Ordnung an der Sporenaxe darſtellen (540/1).

Fig. 5. 6. Verzweigte Conidienträger (380/1).

Fig. 7. Spitze eines wachſenden Coremiums, welches bei c) Microconidien erzeugt (380/1).

Fig. 8. Entſtehung von Macroconidien an zwei parallel wachſenden Hyphen eines Coremiums, die durch mehrere Commiſſuren mit einander in Verbindung ſtehen (660/1).

Fig. 9. Zwei reife Macroconidien, die eine glatt, die andere warzig (940/1).

Fig. 10. 11. Macroconidien auf kurzen Stielen aus einer Microconidie entſtehend (540/1).

Fig. 12. Keimung von Macroconidien (540/1).

Fig. 13. Entwicklung des Myceliums aus einer Macroconidie (660/1).

Taf. II. *Hypomyces Solani.*

Fig. 1. Entſtehung von Microconidien an einem aus einer Macroconidie hervorgewachſenen Keimfaden; um Raum zu erſparen, ward ein Theil des Fadens ausgelaſſen (660/1).

Fig. 2. Ein Haufe von Perithecien verſchiedenen Alters, einer faulenden Kartoffel aufſitzend. (Schwach vergröſsert.)

Fig. 3. Ein einzelnes Perithecium (70/1).

Fig. 4. Längsſchnitt durch den Hals eines Peritheciums, w Wand, f Fäden (380/1).

Fig. 5. Zwei Fäden, iſolirt (940/1).

Fig. 6. Schläuche verſchiedenen Alters (380/1).

Fig. 7. Schlauchſporen (660/1).

Fig. 8. Muthmaſsliche jüngſte Anlage eines Peritheciums (940/1).

Fig. 9. 10. Weitere Entwicklungsſtufen der Peritheciums (940/1).

Fig. 11. Durchſchnitt durch eine noch ältere Entwicklungsſtufe eines Peritheciums. Die Zellwände des parenchymatiſchen Gewebes des Kerns ſind in der Auflöſung begriffen (660/1).

Fig. 12. Keimende Schlauchſpore (660/1).

Fig. 13. Bildung einer Macroconidie von dem aus einer Schlauchſpore hervor gewachſenen Mycelium (660/1).

Fig. 14. Zuſammenhang eines Microconidien-Trägers mit einer Schlauchſpore; die letztere bei a (380/1).

Taf. III. *Nectria Solani.*

Fig. 1. Reife normale Conidien (720/1).

Fig. 2. Desgleichen (660/1).

Fig. 3. Längliche Conidien, vom Träger abgeſchnürt (660/1).

Fig. 4. Keimende Conidien (660/1).

Fig. 5. Weiteres Stadium der Keimung; bei c die Conidie (660/1).

Fig. 6. Jüngſte Anlangen von Conidienträgern von einem Myceliumfaden (540/1).

Fig. 7. Ein gröſserer Conidienträger (660/1).

Fig. 8. Verzweigte Conidienträger mit kurzem Podium (660/1).

Fig. 9. Kugelförmig zuſammengeballte Conidien von den einen Ebenſtrauſs bildenden Sterigmen eines verzweigten Trägers abgeſchnürt (720/1).

Fig. 10. Stroma mit Perithecien (ſchwach vergröſsert).

Fig. 11. Junge Schläuche (660/1).

Fig. 12 a b. Aeltere Schläuche (660/1).

Fig. 13. Reife Schlauchſporen (660/1).

Fig. 14. 15. Keimende Schlauchſporen (660/1).

Fig. 16. Direkte Entwicklung eines Conidienträgers aus einer Schlauchſpore (380/1).

Taf. IV, Fig. 1 bis 8. *Chaetomium crispatum.*

Fig. 1. Spiralhaar des reifen Peritheciums (380/1).

Fig. 2. Schläuche (540/1).

Fig. 3. Drei unreife und eine reife Schlauchſpore (540/1).

Fig. 4. Aus einer Schlauchſpore tritt ein Keimbläschen hervor (540/1).

Fig. 5. 6. Weitere Keimungs-Stadien (540/1).

Fig. 7 a b. Corroſion an Stärkekörnern der Kartoffel durch Hauſtorien-artige Aeſte des Myceliums (540/1).

Fig. 8. Bildung von Conidienträgern (540/1).

Fig. 9 bis 18. *Chaetomium bostrychodes.*

Fig. 9. Ein reifes Perithecium (150/1).

Fig. 10. Spiralhaar des reifen Peritheciums (250/1).

Fig. 11. Schläuche (380/1).

Fig. 12. Schlauchſporen (660/1).

Fig. 13. 14. Keimung der Schlauchſporen (660/1).

Fig. 15. Quer-Commiſſuren zwiſchen verſchiedenen Myceliumfäden (540/1).

Fig. 16 a b. Modification von Mycelium-Aeſten in concentrirterer Nährlöſung (660/1).

Fig. 17. Zerfall eines ähnlichen Myceliumfadens (540/1).

Fig. 18. Ein junges Perithecium (150/1).

Taf. V. *Stysanus Stemonitis.*

Fig. 1. Gruppe von Fruchtkörpern, bei a das Hymenium noch nicht gebildet (ſchwach vergröſsert).

Fig. 2. Ein fehr kleiner Fruchtkörper (660/1).
Fig. 3. Microconidien (660/1).
Fig. 4. Keimende Micronidien (660/1).
Fig. 5. Weiter vorgefchrittene Keimung (660/1).
Fig. 6. Blafenförmige Auftreibungen am Mycelium (660/1).
Fig. 7 a b. Einfache Conidienträger (660/1).
Fig. 8 a b c. Bildung der Macroconidien (660/1).
Fig. 9. Abgefallene Macroconidien (660/1).
Fig. 10. Junger Fruchtkörper (660/1).
Fig. 11. Desgleichen, weiter entwickelt (660/1).
Fig. 12. Desgleichen, noch älter (660/1).

Taf. VI. Fig. 1 bis 11. *Stysanus capitatus.* Fig. 12 bis 14. *Pistillaria pusilla*

Fig. 1. Fruchtkörper von Stysanus capitatus (fchwach vergröfsert).
Fig. 2. Desgleichen gefpalten.
Fig. 3. Conidien (660/1).
Fig. 4. Keimende Conidien, die in Verbindung treten (660/1).
Fig. 5. Keimende Conidien (660/1).
Fig. 6. Myceliumfaden mit Rhizoid-Aeften (940/1).
Fig. 7. Anfchwellung einzelner Zellen am Mycelium (660/1).
Fig. 8 a b. Einfache Conidienträger (660/1).
Fig. 9 a b. Etwas ältere Conidienträger (660/1).
Fig. 10 a b. Jüngfte Anlagen von Fruchtkörpern am Mycelium (400/1).
Fig. 11. Junger Fruchtkörper (400/1).
Fig. 12. Fruchtkörper von Pistillaria (fchwach vergröfsert).
Fig. 13. Fortwachfende Spitze eines Fruchtkörpers und Entwicklung der Bafidien (540/1).
Fig. 14. Sporen tragende Bafidie (540/1).

Taf. VII, Fig. 1 bis 6. *Verticillium cinnabarinum.*

Fig. 1. Kleiner Conidienträger (540/1).
Fig. 2. Kugelig zufammengeballte Conidien auf der Spitze eines tragendes Aftes (660/1).
Fig. 3 a. Reife Conidien (940/1).
Fig. 3 b. Conidien aufgequollen und keimend (940/1).
Fig. 4. Junges Keimpflänzchen (660/1).
Fig. 5. Junger Conidienträger (660/1).
Fig. 6. Erfte Verzweigung eines jungen Conidienträgers (540/1).

Fig. 7 bis 14. Bacterien und deren Zerftörungs-Produkte.

Fig. 7. Durchfchnitt durch die nafsfaule Beule einer übrigens gefunden, aber mit Bacterien haltender Flüffigkeit geimpften Kartoffelknolle. a bezeichnet das gefunde Gewebe der Knolle. k die trennende Korkfchicht; b das von den Bacterien in nafsfaulen Brei verwandelte Gewebe. Der helle dreifeitige Einfchnitt bezeichnet die Gröfse der herausgefchnittenen Pyramide (natürliche Gröfse).
Fig. 8. Anfang der Corrofion eines Stärkekorns in einer nafsfaulen Kartoffel (440/1).
Fig. 9 a b c. Corrofion und Auflöfung von Stärkekörnern aus einer nafsfaulen Kartoffel (380/1).

Fig. 10. Bacterium Navicula (940/1).

Fig. 11. Bacillus subtilis (940/1).

Fig. 12 a b. Bacillus subtilis im Zuſtande der Vergallertung (940/1).

Fig. 13. Sarcina Solani; bei a zwei Täfelchen in der Seitenanſicht (940/1).

Fig. 14 a b. Zoogloea-Form an der Oberfläche einer faulen Kartoffel.

Taf. VIII. *Verticillium albo-atrum.*

Fig. 1. Unterirdiſcher Stengeltheil einer kranken Kartoffelpflanze, Form C; die bräunlichen Flecke der Rinde ſind dicht vom Mycelium erfüllt (natürliche Gröſse).

Fig. 2. Parenchymzelle der Rinde mit dem Mycel von Verticillium albo-atrum und den ſehr feinen Mycelfäden, welche nicht ſelten acceſſoriſch auftreten. Form C (380/1).

Fig. 3. Mycel von V. albo-atrum in den Stengelgefäſsen; bei a Abſchnürung einer Conidie. Form A (380/1).

Fig. 4. Conidienträger von V. albo-atrum. Form C (380/1).

Fig. 5. Theil einer Baſtzelle mit Mycel von V. atro-album, die Wandung an einzelnen Stellen durchbohrt. Form A (660/1).

Fig. 6. Junger Conidienträger. Form A (380/1).

Fig. 7. Conidienträger mittlerer Gröſse aus einem Haar des Kartoffelſtengels hervortretend. Form A (380/1).

Fig. 8. Aeltere Conidienträger, deren untere Zellen braun geworden ſind und zum Theil neue Septa gebildet haben. Form A (280/1).

Taf. IX, Fig. 1 bis 11. *Verticillium albo-atrum.* Fig. 12 bis 15. *Periola spec.*

Fig. 1. V. atro-album, Bildung des Dauermycels in den Zellen des faulenden Stengels Form A (380/1).

Fig. 2 u. 3. Keimende Dauerzellen (660/1).

Fig. 4. Reife Conidien von V. atro-album von Form B und C (940/1).

Fig. 5. Ebenſolche von Form A (940/1).

Fig. 6 und 7. Keimende Conidien von Form C (940/1).

Fig. 8. Entſtehung eines Zwergconidienträgers direkt aus der Conidie (940/1).

Fig. 9. Keimende Conidien. Form A (940/1).

Fig. 10. Aeltere Keimungsſtadien. Form A (660/1).

Fig. 11. Bildung von Conidien auf kurzen Seitenzweiglein an einem älteren Mycelfaden aus einem braunen Fleck des unterirdiſchen Stengeltheils. Form C (940/1).

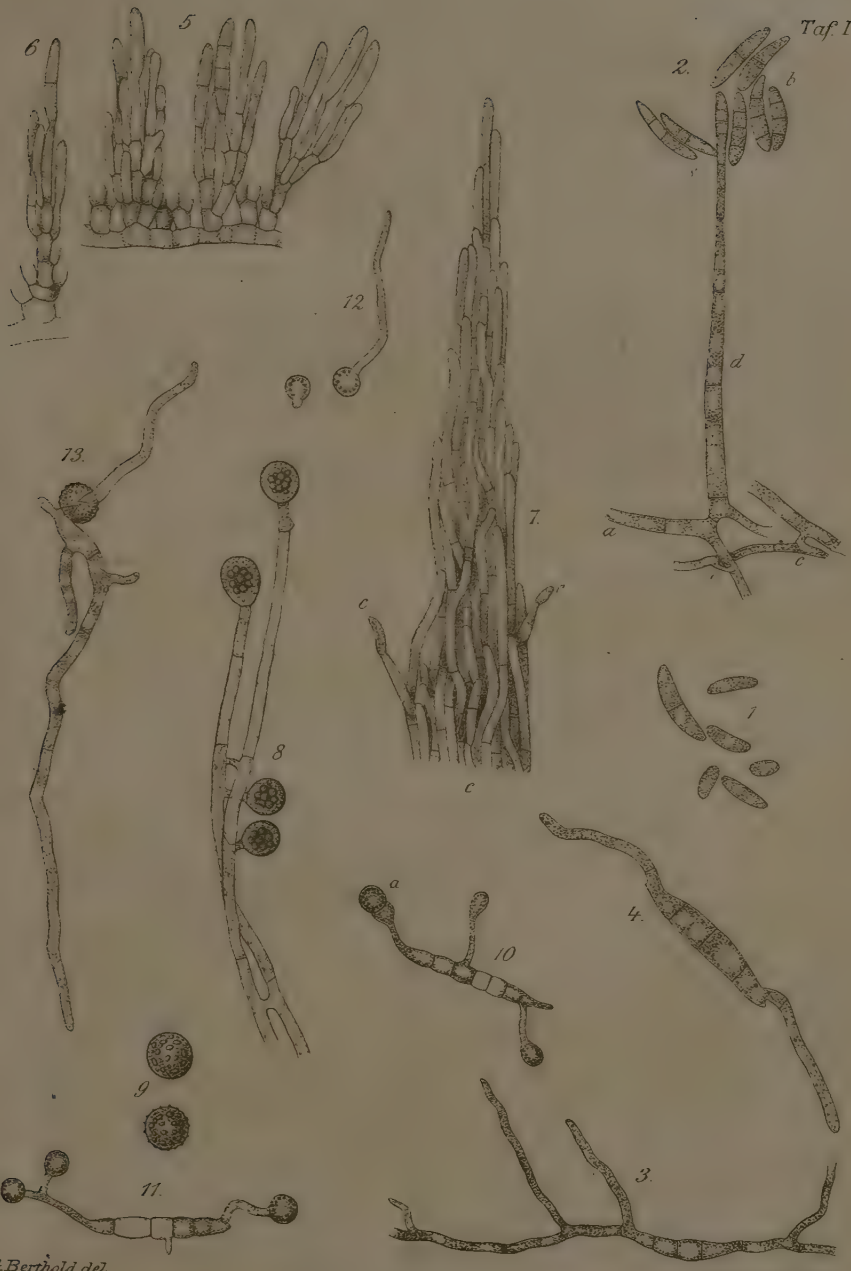
Fig. 12. a reife Conidie von Periola, b drei andere in den erſten Keimungsſtadien (940/1).

Fig. 13. Aeltere Keimungsſtadien in Waſſer, Bildung brauner Körper an den Keimſchläuchen (660/1).

Fig. 14. Junges Stroma von der Seite geſehen (540/1).

Fig. 15. Junges Stroma, welches die Epidermis durchbrochen hat (540/1).

Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm) in Berlin, Schönebergerstr. 17a.

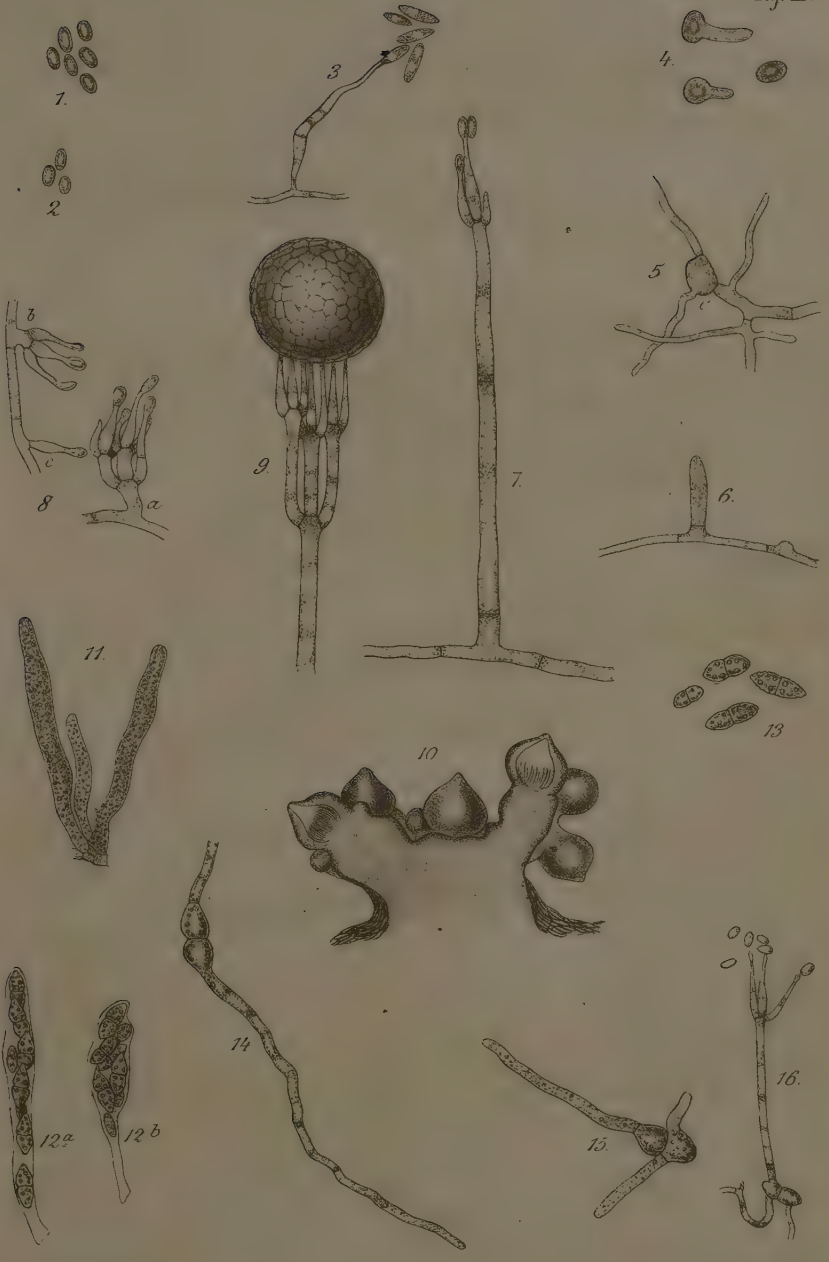


Hypomyces Solani.

Verlag von WIEGANDT, HEMPEL & PAREY in Berlin.

Hypomyces Solani.

Verlag von WIEGANDT, HEMPEL & PAREY in Berlin.



G. Berthold del.

W. A Meyn lith.

Nectria Solani.

Verlag von WIEGANDT, HEMPEL & PAREY in Berlin.

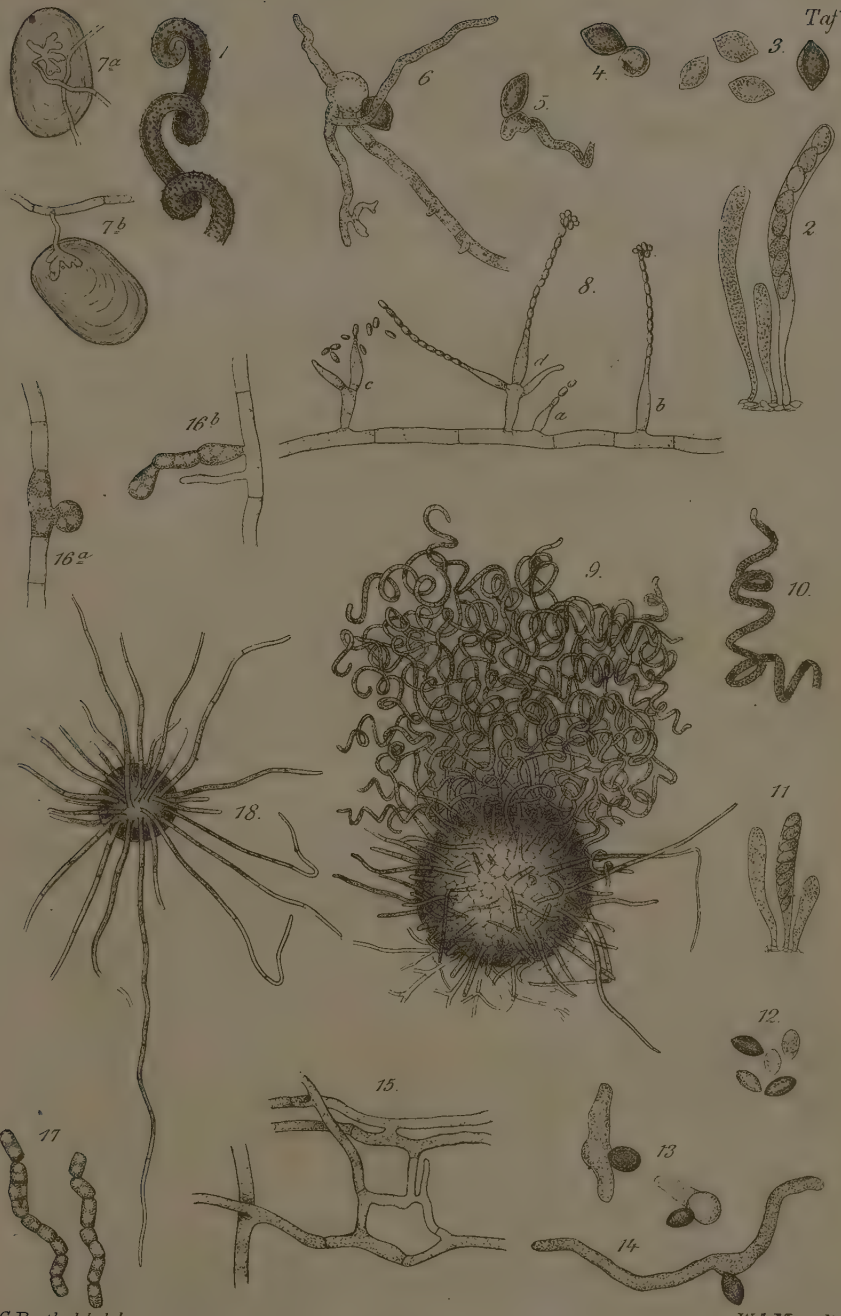
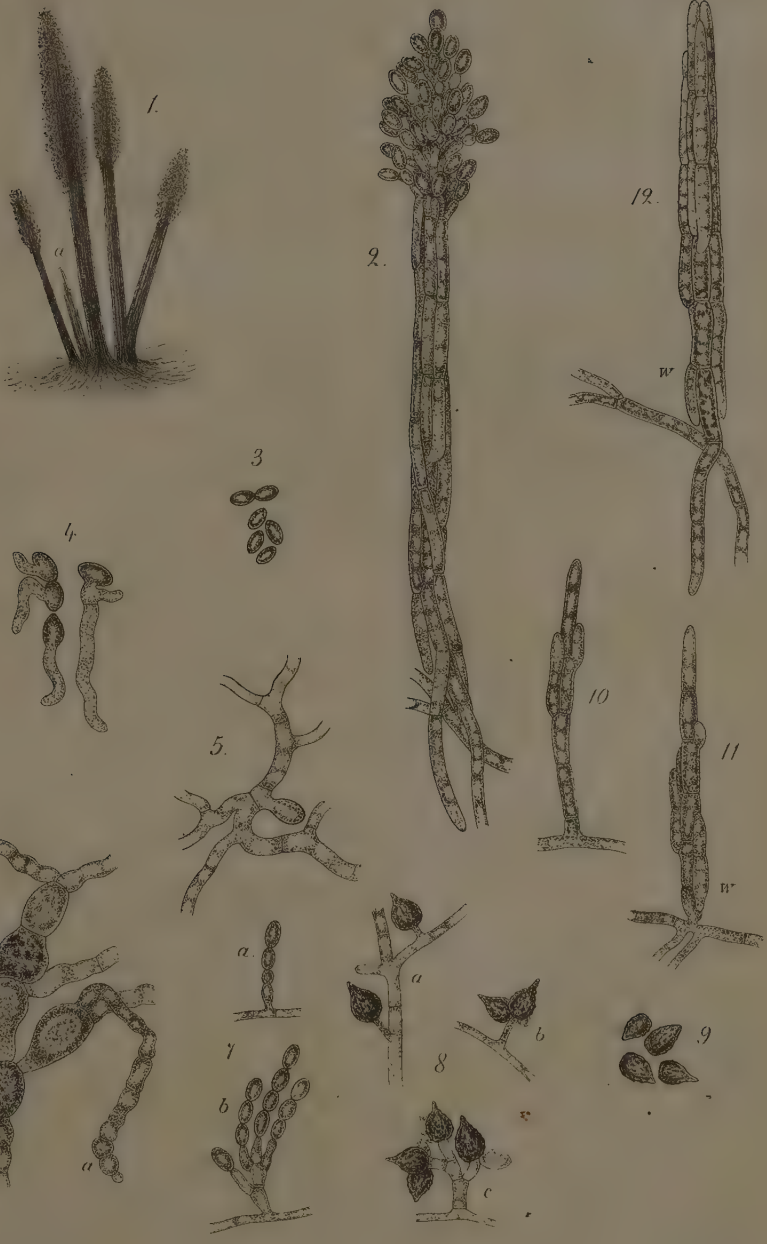


Fig. 1–8. Chactomium crispatum.
Fig. 9–18. Chaet. bostrychodes.

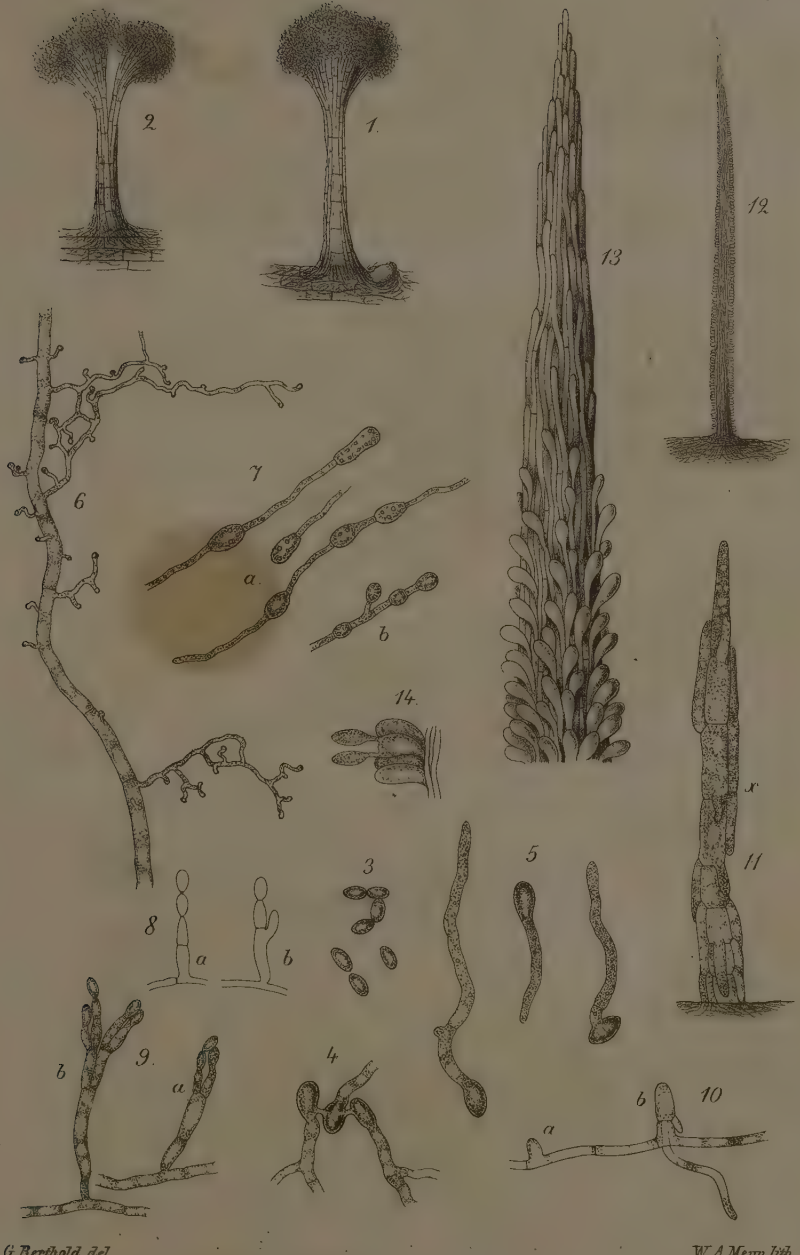
Verlag von WIEGANDT, HEMPEL & PAREY in Berlin.



G.Berthold del. W.A.Meyn lith.

Stysanus Stemonitis.

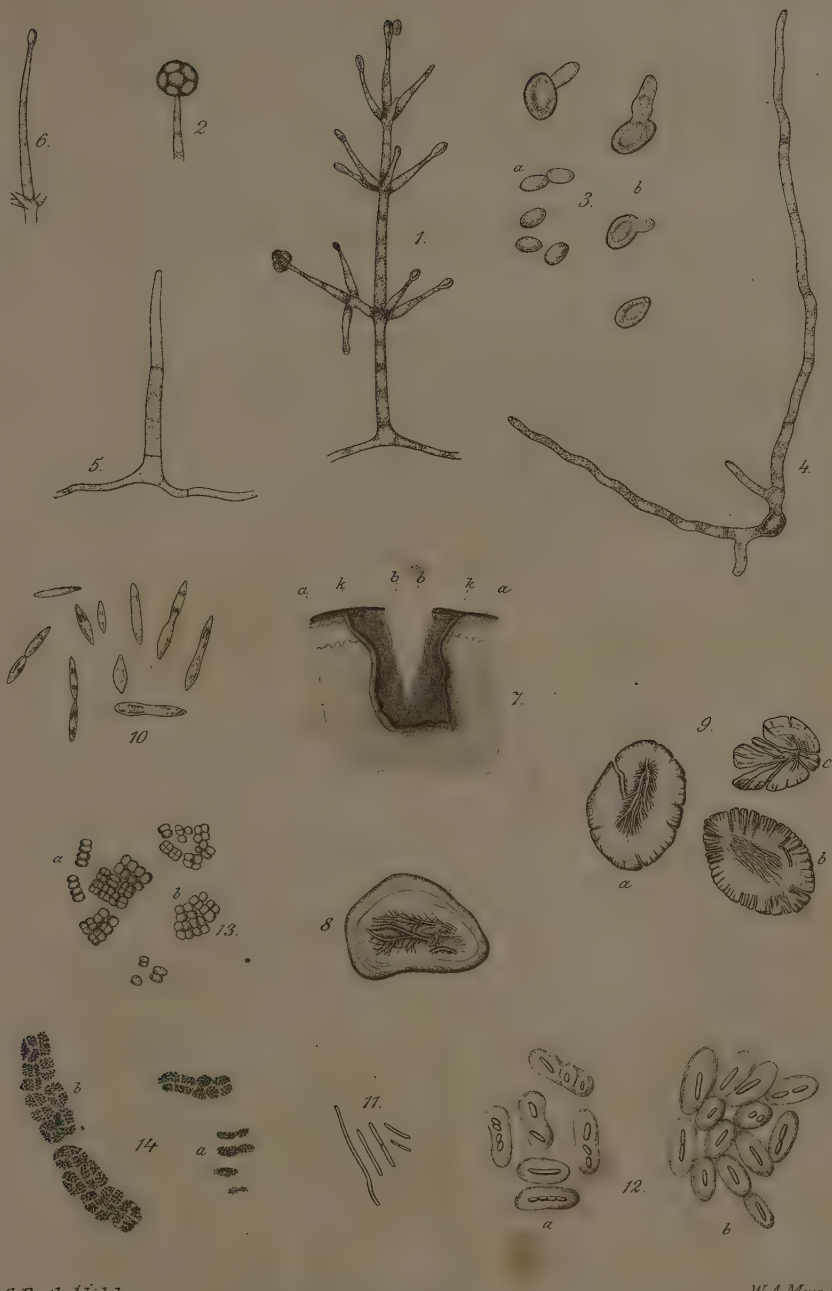
Verlag von WIEGANDT, HEMPEL & PAREY in Berlin.



G. Berthold del. W. A. Meyn lith.

Fig. 1–11. Stysanus capitatus.
Fig. 12–14. Pistillaria pusilla.

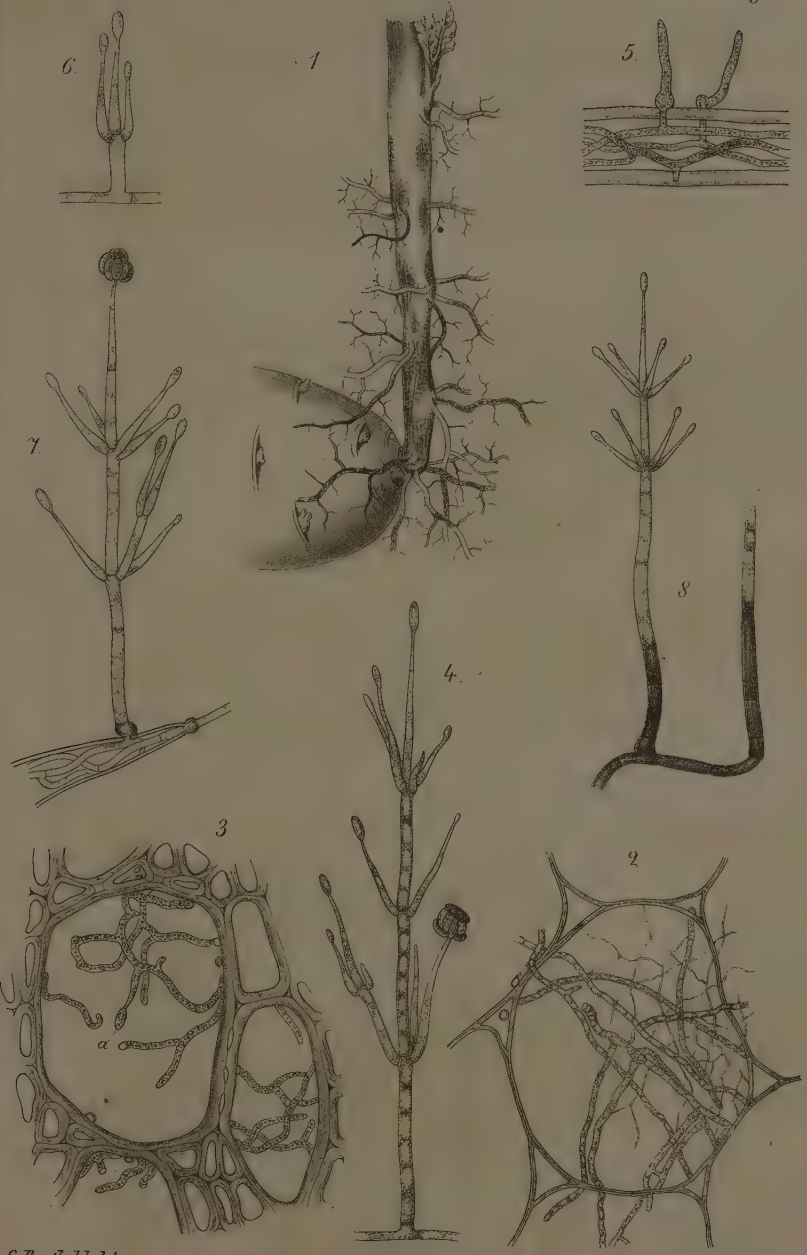
Verlag von WIEGANDT, HEMPEL & PAREY in Berlin.



G. Berthold del. W. A. Meyn lith.

Fig. 1-6. Verticillium cinnabarinum.
Fig. 7-14. Bacterien und deren Zerstörungs-Producte.

Verlag von WIEGANDT, HEMPEL & PAREY in Berlin.

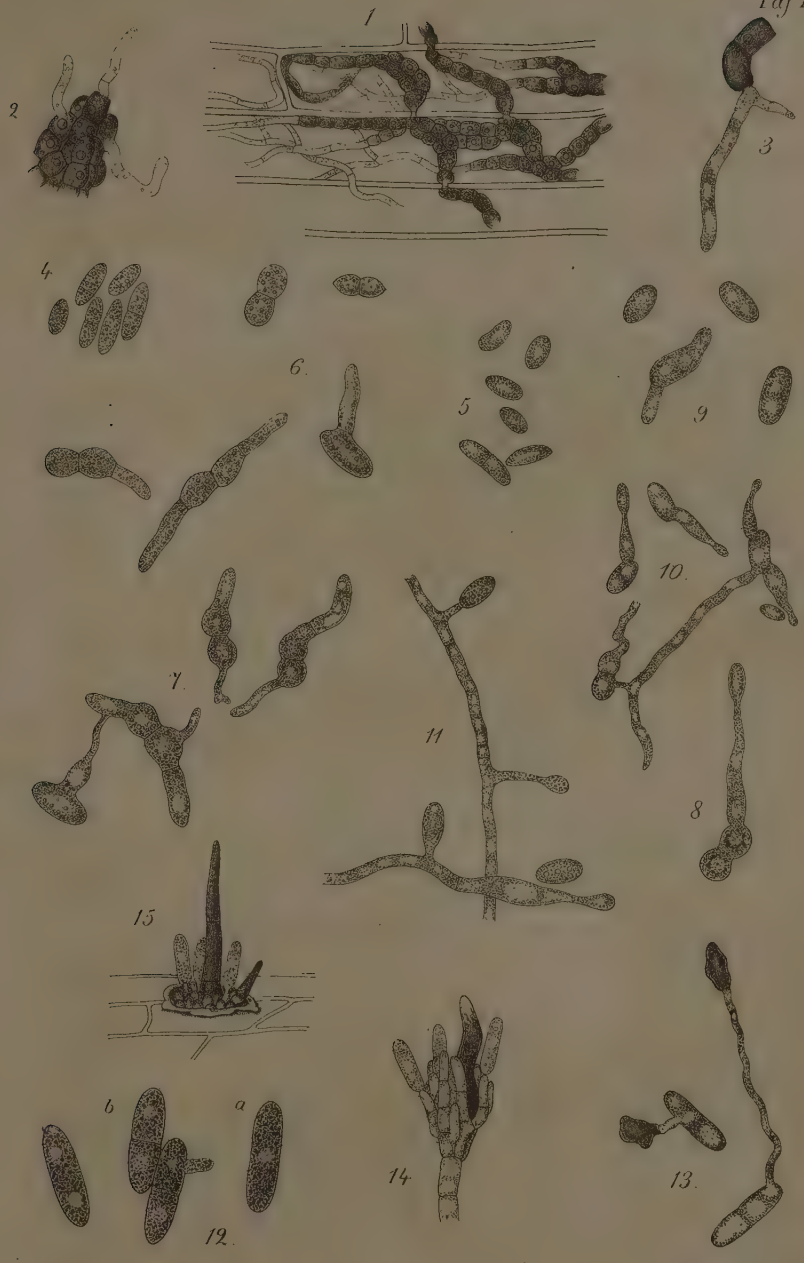


G. Berthold del

W.A. Meyn lith

Verticillium albo-atrum.

Verlag von WIEGANDT, HEMPEL & PAREY in Berlin.



G. Berthold del.

W. A. Meyn lith.

Fig. 1–11 Verticillium albo atrum.
Fig. 12–15. Periola sp.

Verlag von WIEGANDT, HEMPEL & PAREY in Berlin.